



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN PENDERITA TUBERKULOSIS PARU
DAN DIABETES MELITUS DI KOTA SURABAYA
MENGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER
BIVARIAT**

**NABILA GHAI SAHAYUNITA ARSYI
NRP 1313 100 096**

**Dosen Pembimbing
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PEMODELAN PENDERITA TUBERKULOSIS PARU
DAN DIABETES MELITUS DI KOTA SURABAYA
MENGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER
BIVARIAT**

**NABILA GHAISSAHAYUNITA ARSYI
NRP 1313 100 096**

**Dosen Pembimbing
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**MODELLING OF PULMONARY TUBERCULOSIS
AND DIABETES MELLITUS PATIENTS IN
SURABAYA USING BIVARIATE LOGISTIC
REGRESSION**

**NABILA GHAI SAHAYUNITA ARSYI
NRP 1313 100 096**

**Supervisor
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTEMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN PENDERITA TUBERKULOSIS PARU DAN DIABETES MELITUS DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER BIVARIAT

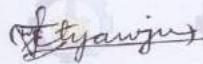
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

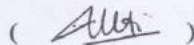
Oleh :

NABILA GHAISSAHAYUNITA ARSYI
NRP. 1313 100 096

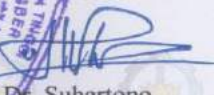
Disetujui oleh Pembimbing:
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
NIP. 19560424 198303 2 001



Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si.
NIP. 13002014 03 001



Mengetahui,
Kepala Departemen


Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

PEMODELAN PENDERITA TUBERKULOSIS PARU DAN DIABETES MELITUS DI KOTA SURABAYA MENGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER BIVARIAT

Nama Mahasiswa : Nabila Ghaisahayunita Arsyi
NRP : 1313100096
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing 1 : Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Dosen Pembimbing 2 : Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si

Abstrak

*Tuberkulosis paru merupakan penyakit menular yang menyerang paru-paru karena disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycrobacterium tuberculosis*. Laporan tuberkulosis global WHO pada tahun 2015 mengatakan India, Indonesia, dan China memiliki kasus tuberkulosis paru tertinggi di dunia. Provinsi Jawa Timur menempati peringkat dua di Indonesia, dimana Surabaya menjadi kota yang memiliki kasus tuberkulosis paru paling banyak di Provinsi Jawa Timur. Diabetes melitus dan tuberkulosis memiliki hubungan yang erat karena diabetes merupakan penyakit kronik yang berkaitan dengan gangguan fungsi imunitas tubuh, sehingga penderita lebih rentan terserang infeksi. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai kedua penyakit ini. Pada penelitian ini dibahas mengenai pemodelan mengenai penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya menggunakan regresi logistik biner bivariat tetapi tidak diperoleh model karena tidak terdapat hubungan secara statistik antara tuberkulosis paru dan diabetes, sehingga dilakukan pemodelan secara univariat untuk penyakit tuberkulosis paru diperoleh faktor yang berpengaruh signifikan yaitu usia, jenis kelamin, kepadatan hunian rumah, ventilasi rumah, serta kepemilikan WC, sedangkan untuk penyakit diabetes secara univariat tidak terdapat variabel yang berpengaruh signifikan.*

Kata Kunci : *Diabetes Melitus, Regresi Logistik Biner, Regresi Logistik Biner Bivariat, Surabaya, Tuberkulosis Paru*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELLING OF PULMONARY TUBERCULOSIS AND DIABETES MELLITUS PATIENTS IN SURABAYA USING BIVARIATE BINARY LOGISTIC REGRESSION

Name : Nabila Ghaisahayunita Arsyi
Student Number : 1313100096
Department : Statistics
Supervisor 1 : Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Supervisor 2 : Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si

Abstract

Pulmonary tuberculosis is an infectious disease which attacks the lungs caused by Mycobacterium tuberculosis. WHO report about global tuberculosis 2015 said India, Indonesia and China was the country which has the highest cases in the world. Jawa Timur was the second province which Surabaya is the highest city which has pulmonary tuberculosis cases. Diabetes mellitus and pulmonary tuberculosis have a close relationship, because diabetes is a chronic disease associated with immune problems, so that diabetics are more susceptible to infection. Based on this, research is needed based on both disease. In this research discussed about the modeling of patients with pulmonary tuberculosis and diabetes mellitus in Surabaya using binary bivariate logistic regression but did not get the model because there was no statistically correlation between pulmonary tuberculosis and diabetes, then the univariate modeling using binary logistic regression for pulmonary tuberculosis factors which have significant effect are age, gender, home density, home ventilation, and ownership of toilet, while the univariate modeling for diabetes mellitus there is no variable which have significant effect.

Keyword : *Binary Logistic Regression, Bivariate Binary Logistic Regression, Diabetes Mellitus, Pulmonary Tuberculosis, Surabaya*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pemodelan Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Biner Bivariat”**. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S dan Pratnya Paramitha Oktaviana, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si dan Prof. Drs. Nur Iriawan, M.Ikom, PhD selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono selaku ketua jurusan Statistika dan bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku koordinator program studi S1 jurusan Statistika yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Miswan Hadi, Ibu Noviati, keluarga, serta teman-teman dekat (Firda, Almira, Annisa, Indah, Yani, Dhannia) yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis agar berusaha untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, serta penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PAGE OF TITLE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tabulasi Silang.....	7
2.2 Uji Independensi	7
2.3 Regresi Logistik Biner Bivariat	8
2.3.1 Estimasi Parameter Maximum Likelihood.....	9
2.3.2 Metode Newton Rapshon	21
2.3.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Logistik Biner Bivariat.....	22
2.4 Regresi Logistik Biner Univariat	25
2.4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Biner Univariat.....	27
2.4.2 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Logistik Biner Univariat.....	29
2.4.3 Ketepatan Klasifikasi	30
2.5 Tuberkulosis Paru.....	31
2.6 Diabetes Melitus.....	32

2.7 Hubungan Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus	33
2.8 Faktor Risiko	34
BAB I METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Sumber Data	39
3.2 Kerangka Konsep	39
3.3 Variabel Penelitian	41
3.4 Langkah Analisis	43
3.5 Diagram Alir Analisis	44
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya	47
4.1.1 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Usia	48
4.1.2 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin	50
4.1.3 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Pendidikan Terakhir	51
4.1.4 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Status Gizi	52
4.1.5 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Penghasilan Kepala Keluarga	54
4.1.6 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kepadatan Hunian Rumah	55
4.1.7 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kebiasaan Merokok	57
4.1.8 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan	

	Faktor Konsumsi Alkohol	58
4.1.9	Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Ventilasi Rumah	59
4.1.10	Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kepemilikan WC	60
4.2	Pemodelan Kasus Tuberkulosis dan Diabetes di Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Biner Bivariat.....	62
4.2.1	Pengujian Independensi Antar Variabel Respon.....	62
4.2.2	Pengujian Signifikansi Parameter Bivariat	62
4.3	Pemodelan Menggunakan Regresi Logistik Biner.....	65
4.3.1	Uji Independensi	65
4.3.2	Deteksi Multikolinieritas.....	66
4.3.3	Pemodelan Univariat Pada Variabel Respon Tuberkulosis Paru.....	68
4.3.4	Pemodelan Univariat Pada Variabel Respon Diabetes	74
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN.....	85

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	41
Gambar 3.3 Tahapan Analisis.....	44
Gambar 4.1 Persentase Jenis Tuberkulosis Paru.....	47
Gambar 4.2 Persentase Penderita Diabetes Melitus	48
Gambar 4.3 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Usia	49
Gambar 4.4 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin.....	50
Gambar 4.5 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Pendidikan Terakhir	51
Gambar 4.6 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Status Gizi	53
Gambar 4.7 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Penghasilan Kepala Keluarga	54
Gambar 4.8 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kepadatan hunian ..	56
Gambar 4.9 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kebiasaan Merokok	57
Gambar 4.10 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Konsumsi Alkohol	58
Gambar 4.11 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Ventilasi Rumah ...	59
Gambar 4.12 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kepemilikan WC..	61

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Crosstab Dua Dimensi	7
Tabel 2.2 Probabilitas dan Pengamatan Biner Bivariat	8
Tabel 2.3 Tabel Klasifikasi.....	30
Tabel 2.4 Klasifikasi Indeks Masa Tubuh	36
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	42
Tabel 4.1 <i>Crosstab</i> Faktor Usia dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes.....	49
Tabel 4.2 <i>Crosstab</i> Faktor Jenis Kelamin dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	50
Tabel 4.3 <i>Crosstab</i> Faktor Pendidikan Terakhir dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	52
Tabel 4.4 <i>Crosstab</i> Faktor Status Gizi dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	53
Tabel 4.5 <i>Crosstab</i> Faktor Penghasilan Kepala Keluarga dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	55
Tabel 4.6 <i>Crosstab</i> Faktor Kepadatan Hunian Rumah dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes.....	56
Tabel 4.7 <i>Crosstab</i> Faktor Kebiasaan Merokok dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	57
Tabel 4.8 <i>Crosstab</i> Faktor Konsumsi Alkohol dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	59
Tabel 4.9 <i>Crosstab</i> Faktor Ventilasi Rumah dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	60
Tabel 4.10 <i>Crosstab</i> Faktor Kepemilikan WC dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes	61
Tabel 4.11 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Logistik Biner Bivariat.....	63
Tabel 4.12 Uji Independensi Variabel Respon dan Variabel Prediktor	65

Tabel 4.13	Deteksi Multikolinieritas	66
Tabel 4.14	Uji Parsial untuk Variabel Respon Tuberkulosis Paru	69
Tabel 4.15	Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor.....	70
Tabel 4.16	Seleksi Model Terbaik	71
Tabel 4.17	Tabel Klasifikasi	74
Tabel 4.18	Uji Parsial untuk Variabel Respon Diabetes.....	75
Tabel 4.19	Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor untuk Variabel Respon Diabetes	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Data Penelitian	85
LAMPIRAN 2 <i>Output</i> Uji Independensi Variabel Respon.....	86
LAMPIRAN 3 <i>Output</i> Uji Independensi Variabel Respon Tuberkulosis Paru dan Masing-Masing Variabel Prediktor	86
LAMPIRAN 4 <i>Output</i> Uji Independensi Variabel Respon Diabetes dan Masing-Masing Variabel Prediktor	88
LAMPIRAN 5 Program dan <i>Output</i> Regresi Logistik Biner Bivariat	91
LAMPIRAN 6 Program dan <i>Output</i> Pemodelan Univariat untuk Variabel Respon Tuberkulosis Paru	97
LAMPIRAN 7 Program dan <i>Output</i> Pemodelan Univariat untuk Variabel Respon Diabetes	106

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit TBC atau biasa dikenal dengan Tuberkulosis menjadi penyakit yang sangat diperhitungkan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk terutama di negara berkembang. Penyakit ini merupakan penyakit infeksi yang menyerang parenkim paru-paru yang disebabkan oleh bakteri *Mycrobacterium tuberculosis*, selain paru-paru juga dapat menyerang bagian tubuh lainnya seperti meningen, ginjal, tulang, dan nodus limfe. Tuberkulosis paru banyak ditemukan pada orang-orang yang bertempat tinggal di daerah dengan tingkat kepadatan yang tinggi, sehingga cahaya matahari yang masuk sangat minim (Somantri, 2007).

Penyakit tuberkulosis menjadi masalah sosial yang perlu diperhatikan karena sebagian besar menyerang penduduk dengan kelompok usia kerja produktif (15-50 tahun), kelompok ekonomi lemah, dan tingkat pendidikan rendah (Laban, 2012). Hasil Survey Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 1995 menyatakan bahwa tuberkulosis paru merupakan salah satu penyakit yang menjadi penyebab kematian nomor tiga setelah penyakit kardiovaskuler dan penyakit saluran pernafasan pada semua kelompok usia, serta nomor satu dari golongan penyakit infeksi (Kemeterian Kesehatan Indonesia, 2014). Laporan tuberkulosis global tahun 2015 yang dikeluarkan oleh WHO, mengatakan bahwa India, Indonesia dan China merupakan negara dengan penderita tuberkulosis terbanyak yaitu berturut-turut 23%, 10% dan 10% dari seluruh penderita di dunia (Bimantara, 2016), dan di Indonesia Provinsi Jawa Timur menempati posisi kedua dengan jumlah kasus tertinggi setelah Jawa Barat dan disusul dengan Provinsi Jawa Tengah (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, pada tahun 2012 dilaporkan terdapat 41.472 kasus

baru baik Bakteri Tahan Asam (BTA) positif maupun BTA negatif dan Kota Surabaya menjadi penyumbang kasus tuberkulosis paling besar dengan jumlah 4.212 kasus, kemudian disusul oleh Kabupaten Jember dengan 3.225 kasus dan Kabupaten Pasuruan 1.867 kasus (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

Faktor yang menjadi penyebab seseorang dapat terkena penyakit tuberkulosis paru yaitu daya tahan tubuh rendah yang disebabkan oleh infeksi HIV/AIDS, gizi buruk atau malnutrisi (Persatuan Ahli Gizi Indonesia, 2009). Penyakit penyerta juga menjadi salah satu faktor yang dapat menyebabkan tuberkulosis paru, seperti pada penelitian yang dilakukan di India menyatakan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara pasien tuberkulosis dengan penyakit diabetes atau hipertensi, dan juga jantung koroner (Shety, Shemko, Vaz, D'Souza, 2005).

Tuberkulosis paru dan diabetes melitus merupakan masalah kesehatan yang cukup besar secara epidemiologi dan berdampak besar secara global karena keduanya merupakan penyakit kronik dan saling berkaitan (Wijaya, 2015). Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik yang berlangsung kronik, dimana penderita tidak dapat memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup atau tubuh tidak mampu menggunakan insulin secara efektif sehingga terjadi kelebihan glukosa dalam darah (Misniadiarly, 2006). Hubungan diabetes melitus dan tuberkulosis pertama kali dilaporkan oleh Avicenna (Ibnu Sina) pada abad XI, yaitu tuberkulosis merupakan penyebab kematian utama penderita diabetes melitus, dimana pada otopsi *postmortem* didapatkan lebih dari 50% pasien diabetes menderita tuberkulosis (Restrepo, 2007). Penyebab infeksi tuberkulosis pada penderita diabetes melitus adalah karena defek fungsi sel-sel imun dan mekanisme pertahanan tubuh, termasuk gangguan fungsi dari epitel pernapasan. (Wulandari dan Sugiri, 2013).

Metode regresi logistik biner bivariat pernah diterapkan oleh Sayyida (2012) mengenai partisipasi ekonomi perempuan, dengan lapangan kerja dan jam kerja sebagai variabel respon serta umur tingkat pendidikan daerah tempat tinggal status perkawinan kei-

nginan bekerja serta status keanggotaan dalam rumah tangga sebagai variabel prediktor. Hasil analisis yang diperoleh yaitu umur status perkawinan dan tingkat pendidikan secara bersama-sama mempengaruhi lapangan kerja dan jam kerja. Kemudian Fitriany (2014) bertujuan untuk mengetahui karakteristik anak autisme yang diduga mempengaruhi terapi ABA (*Applied Behaviour Analysis*) terhadap kemampuan komunikasi verbal menggunakan tujuh variabel, yaitu jenis kelamin, usia awal terapi, penghasilan orang tua, faktor diet, faktor obat, faktor keteraturan terapi, dan faktor peran orang tua. Hasil yang diperoleh yaitu hanya usia awal terapi yang berpengaruh terhadap keberhasilan terapi ABA.

Penelitian mengenai hubungan tuberkulosis dan diabetes melitus telah dilakukan oleh Alisjahbana, dkk (2006), pada penelitian yang dilakukan di Indonesia pada tahun 2001-2005 melaporkan bahwa 40% penderita tuberkulosis memiliki riwayat penyakit diabetes melitus dan dari 454 penderita diabetes melitus, 60 diantaranya ditemukan terdapat kasus tuberkulosis sehingga risiko penderita diabetes melitus terkena tuberkulosis paru sebesar 4,7 kali lipat. Kemudian Wulandari dan Sugiri (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa diabetes melitus meningkatkan risiko tuberkulosis paru sebesar 3,11 kali. Diabetes juga menjadi penyebab perburukan gejala dan meningkatkan keparahan infeksi tuberkulosis, serta menjadi faktor risiko ditemukannya BTA pada sputum dengan konversi yang lebih lama dari penderita tuberkulosis tanpa diabetes melitus. Wijaya (2015) juga melakukan penelitian dan mengatakan bahwa peningkatan prevalensi diabetes melitus diikuti dengan prevalensi tuberkulosis paru. Penderita diabetes mempunyai risiko 2 hingga 3 kali lebih tinggi untuk terkena tuberkulosis paru dan banyak ditemukan pada usia lebih dari 40 tahun. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan mengenai adanya keterkaitan tuberkulosis paru dan diabetes melitus, maka peneliti ingin mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keduanya di Kota Surabaya yang dapat

diperoleh dengan memodelkan faktor tersebut menggunakan regresi logistik biner bivariat.

1.2 Rumusan Masalah

Tuberkulosis paru dan diabetes melitus merupakan penyakit kronik yang saling berkaitan karena fungsi sel imun pada penderita diabetes melitus melemah, sehingga dapat memudahkan terkena berbagai penyakit lain termasuk tuberkulosis paru. Penderita diabetes melitus beresiko 2 sampai 3 kali lebih besar untuk terkena tuberkulosis paru. Tuberkulosis paru merupakan penyakit penyebab kematian nomor tiga di Indonesia, dimana Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi kedua dengan jumlah penderita tuberkulosis paru terbanyak, dan berdasarkan Profil Kesehatan Jawa Timur tahun 2012, Kota Surabaya menempati urutan pertama kasus tuberkulosis terbanyak. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya tuberkulosis paru dan diabetes melitus, maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya. Kemudian melakukan pemodelan penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya menggunakan regresi logistik biner bivariat, dan melakukan identifikasi menggunakan regresi logistik biner pada masing-masing variabel respon serta menghitung ketepatan klasifikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, diperoleh tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Mendeskripsikan karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya.
2. Memperoleh model regresi logistik biner bivariat pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya.
3. Memperoleh besarnya ketepatan klasifikasi oleh model yang telah terbentuk pada pemodelan secara univariat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai penerapan metode statistika terutama pada bidang kesehatan. Selain itu juga dapat memberikan tambahan masukan yang positif kepada pemerintah Kota Surabaya untuk mengurangi jumlah penderita tuberkulosis paru dan diabetes di Surabaya, serta sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah wilayah Kota Surabaya yang menjadi cakupan penelitian merupakan kecamatan yang berada di dekat pesisir Kota Surabaya, kecamatan tersebut diantaranya yaitu Asemrowo, Benowo, Bulak, Gunung Anyar, Kenjeran, Krembangan, Mulyorejo, Pabean Cantikan, Rungkut, Semampir, dan Sukolilo. Pada wilayah tersebut diketahui merupakan daerah padat penduduk, dengan unit analisis adalah rumah tangga yang memiliki anggota keluarga penderita tuberkulosis paru.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tabulasi Silang

Tabulasi silang atau *crosstab* merupakan suatu tabel yang berisi data frekuensi dimana data tersebut kategorik. Selain itu juga merupakan bentuk khusus dari daftar baris dan kolom. Misalkan terdapat variabel X dan Y , dengan kategori X sebanyak i baris dan kategori Y sebanyak j kolom, maka tabel tersebut merupakan tabel kontingensi dua dimensi (Agresti, 2007). Struktur tabel kontingensi diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Struktur *Crosstab* Dua Dimensi

X	Y				Total
	1	2	...	J	
1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	n_{1+}
2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	n_{2+}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
I	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	n_{i+}
Total	n_{+1}	n_{+2}	...	n_{+j}	n

2.2 Uji Independensi

Pengujian independensi merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah antar variabel terdapat hubungan (Agresti, 2007). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut

H_0 : Tidak terdapat hubungan antara variabel X dan Y

H_1 : Terdapat hubungan antara variabel X dan Y

Statistik uji yang digunakan yaitu Pearson Chi-Square yang diberikan sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(n_{ij} - \hat{m}_{ij})^2}{\hat{m}_{ij}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

n_{ij} = observasi pada baris ke i dan kolom ke j

\hat{m}_{ij} = nilai ekspektasi dari n_{ij} , dengan $\hat{m}_{ij} = \frac{n_{i+} n_{+j}}{n_{++}}$;

$i = 1, 2, \dots, I$ $j = 1, 2, \dots, J$

Berdasarkan statistik uji tersebut, maka dapat menolak H_0 apabila $\chi^2 > \chi^2_{((I-1)(J-1), \alpha)}$.

2.3 Regresi Logistik Biner Bivariat

Regresi logistik biner bivariat merupakan suatu metode pengembangan dari regresi logistik biner, dimana pada regresi logistik biner hanya terdapat satu variabel respon (Y). Kemudian pada regresi logistik biner bivariat terdapat dua variabel respon dengan masing-masing variabel respon memiliki dua kategori (biner) dan antar variabel respon tersebut terdapat asumsi yang saling berhubungan (McCullagh dan Nelder, 1989). Apabila terdapat variabel random bivariat (Y_1, Y_2) bernilai 0 atau 1 yang saling berhubungan, maka masing-masing variabel random bivariat dapat diberikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Probabilitas dan Pengamatan Biner Bivariat

$Y_1 \backslash Y_2$	$Y_2 = 1$	$Y_2 = 0$	Total
$Y_1 = 1$	p_{11}	p_{10}	P_1
$Y_1 = 0$	p_{01}	p_{00}	$1 - P_1$
Total	P_2	$1 - P_2$	1

Berdasarkan Tabel 2.2, variabel random bivariat Y_{11}, Y_{10}, Y_{01} , dan Y_{00} mempunyai probabilitas sebagai berikut.

$$P_{11} = \Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 1)$$

$$P_{10} = \Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 0)$$

$$P_{01} = \Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 1)$$

$$P_{00} = \Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 0)$$

Peluang marginal untuk masing-masing variabel respon dapat disimbolkan dengan $P_1 = P(Y_1 = 1)$ dan $P_2 = P(Y_2 = 1)$. Apabila ter-

dapat k variabel prediktor x_1, x_2, \dots, x_k maka model regresi logistik biner bivariat $P_1(x)$ dan $P_2(x)$ adalah sebagai berikut.

$$P_1(x) = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)} \quad (2.2)$$

$$P_2(x) = \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)} \quad (2.3)$$

$$\psi = \frac{p_{11}p_{00}}{p_{10}p_{01}} \quad (2.4)$$

Model regresi logistik biner bivariat pada persamaan (2.2), (2.3) dan (2.4) adalah fungsi logit, yang merupakan fungsi linier dari $\beta_1^T \mathbf{X}$, $\beta_2^T \mathbf{X}$ dan $\log \psi = 0$ (Sayyida, 2012). Simbol ψ adalah odds rasio yang menunjukkan terdapat hubungan antar variabel respon, sedangkan $\theta = \mathbf{y}^T \mathbf{x}$ dimana \mathbf{y} merupakan vektor parameter asosiasi, dengan $\psi \geq 0$, apabila Y_1 dan Y_2 saling bebas maka $\psi = 1$ (McCullagh dan Nelder, 1989).

2.3.1. Estimasi Parameter Maximum Likelihood

Metode estimasi MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) adalah metode yang digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang distribusinya diketahui. Penaksiran parameter menggunakan metode MLE yaitu dengan memaksimumkan fungsi likelihoodnya. (Casella dan Berger, 2002).

Pada data biner bivariat, dengan n sampel random yang saling bebas, maka variabel random bivariat Y_{1i}, Y_{2i} dengan $i = 1, 2, \dots, n$ akan identik dengan $(Y_{11}, Y_{10}, Y_{01}, Y_{00})$ yang berdistribusi multinomial dengan nilai peluang $(p_{11i}, p_{10i}, p_{01i}, p_{00i})$. Persamaan (2.2), (2.3), dan (2.4) merupakan model logit regresi logistik biner bivariat, kemudian dilakukan transformasi untuk memperoleh fungsi yang linier yang diberikan sebagai berikut.

$$p_1(x) = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)}$$

$$\begin{aligned}
& p_1(x) + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k) p_1(x) \\
& \quad = \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k) \\
p_1(x) &= \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k) - \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 \\
& \quad + \dots + \beta_{k1}x_k) p_1(x) \\
p_1(x) &= \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)(1 - p_1(x)) \\
\frac{p_1(x)}{1 - p_1(x)} &= \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k) \\
\ln\left(\frac{p_1(x)}{1 - p_1(x)}\right) &= \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k \\
\eta_1 = \text{logit } p_1 &= \ln\left(\frac{p_1}{1 - p_1}\right) \tag{2.5}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& = \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k = \boldsymbol{\beta}_1^T \mathbf{X} \\
p_2(x) &= \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)} \\
p_2(x) + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k) p_2(x) \\
& \quad = \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k) \\
p_2(x) &= \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k) - \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 \\
& \quad + \dots + \beta_{k2}x_k) p_2(x) \\
p_2(x) &= \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)(1 - p_2(x)) \\
\frac{p_2(x)}{1 - p_2(x)} &= \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k) \\
\ln\left(\frac{p_2}{1 - p_2}\right) &= \beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k \\
\eta_2 = \text{logit } p_2 &= \ln\left(\frac{p_2}{1 - p_2}\right) \tag{2.6}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& = \beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k = \boldsymbol{\beta}_2^T \mathbf{X} \\
\psi &= \frac{p_{11}p_{00}}{p_{10}p_{01}} \\
\psi (p_{01}p_{10}) &= p_{11}p_{00} \\
\eta_3 = \ln \psi &= \ln \frac{p_{11}p_{00}}{p_{10}p_{01}} = \theta \tag{2.7}
\end{aligned}$$

dengan $\mathbf{x} = [x_0, x_1, \dots, x_k]^T$, $\boldsymbol{\beta}_1 = [\beta_{01}, \beta_{11}, \dots, \beta_{k1}]^T$, $\boldsymbol{\beta}_2 = [\beta_{02}, \beta_{12}, \dots, \beta_{k2}]$, $P_1 = p_{11}p_{10}$, $1 - p_1 = p_{11}p_{00}$, $P_2 = p_{11}p_{01}$ dan $1 - P_2 = p_{10}p_{00}$.

Persamaan tersebut dihitung turunan $\frac{\partial \eta}{\partial p}$, dimana $\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)^T$ dan $\mathbf{p} = (p_{11}, p_{10}, p_{01}, p_{00})^T$. Karena terdapat empat kategori peluang, tetapi hanya terdapat tiga fungsi transformasi maka matriks $\frac{\partial \eta}{\partial p}$ didefinisikan $\eta_0 = \ln p$ dengan $p = p_{11}, p_{10}, p_{01}, p_{00}$ sehingga $\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)^T$ (Sayyida, 2012).

Apabila terdapat dua variabel respon (Y_1, Y_2), maka probabilitas marginal ditunjukkan dengan p_1 dan p_2 . Probabilitas marginal bergantung pada parameter β , sehingga pengamatan dengan variabel prediktor x diberikan sebagai berikut.

$$\Pr(Y = 1) = \frac{\exp(x\beta)}{1 + \exp(x\beta)}$$

Dependensi antara dua variabel dapat dihitung dengan parameter tambahan θ . Fungsi Likelihood untuk data bivariat yaitu sebagai berikut (Cessie dan Houwelingen, 1994).

$$\begin{aligned} l(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta}) &= \sum_{i=1}^n (Y_{11i} \log p_{11i} \\ &\quad + Y_{10i} \log p_{10i} + Y_{01i} \log p_{01i} + Y_{00i} \log p_{00i}) \\ &= \sum_{i=1}^n p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Setelah diperoleh fungsi likelihood, maka selanjutnya membentuk fungsi log-natural likelihoodnya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta}) &= \ln \prod_{i=1}^n p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}} \\ &= \sum_{i=1}^n (y_{11i} \ln p_{11i} + y_{10i} \ln p_{10i} + y_{01i} \ln p_{01i} + \\ &\quad y_{00i} \ln p_{00i}) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Kemudian untuk mengetahui nilai dari parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, dapat diperoleh dengan menghitung turunan pertama dari masing-masing fungsi log-natural likelihood yang disamadengankan nol. Selain itu, nilai standar deviasi dari penaksir parameter dapat diperoleh

dengan menghitung turunan kedua dari fungsi log natural likelihood. Berikut diberikan estimasi parameter β , yaitu turunan pertama dari fungsi log-natural likelihood.

1. Turunan pertama fungsi log natural likelihood terhadap β_1

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln L(\beta, \theta)}{\partial \beta_{01}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{01}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{01}} \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} 1 \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} 1 \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} 1 \right) \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} 1 \right) \right) \right\} \tag{2.10}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln L(\beta, \theta)}{\partial \beta_{11}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} x_1 \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_1 \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} x_1 \right) \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_1 \right) \right) \right\} \tag{2.11}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \vdots \\
\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \beta_{k1}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} \right. \\
& \quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right. \\
& \quad \left. + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} x_k \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_k \right) \right. \\
& \quad \left. + \left(\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{2i} \Delta} x_k \right) \right) \right. \\
& \quad \left. + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_k \right) \right) \right\} \quad (2.12)
\end{aligned}$$

dimana Δ dapat dihitung sebagai berikut.

$$\Delta = \frac{p_{11i} p_{10i} p_{01i} p_{00i}}{P_{1i}(1 - P_{1i}) p_{2i}(1 - P_{2i}) \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1}}$$

Selanjutnya menghitung turunan pertama terhadap β_2 untuk memperoleh nilai parameter yang dihasilkan dari variabel respon yang kedua.

2. Turunan pertama fungsi log natural likelihood terhadap $\boldsymbol{\beta}_2$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \beta_{02}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{02}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} \right. \\
& \quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} \right\}
\end{aligned}$$

$$= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} 1 \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} 1 \right) \right) \right\} + \left(\frac{y_{10i}}{p_{01i}} \frac{p_{01i} p_{10i}}{(1-P_{1i}) \Delta} 1 \right) + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta} 1 \right) \right) \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \beta_{12}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{12}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right) \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{y_{10i}}{p_{01i}} \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta} x_1 \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta} x_1 \right) \right) \right\} \end{aligned} \quad (2.14)$$

⋮

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \beta_{k2}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right) + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \left(-\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right) \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{y_{10i}}{p_{01i}} \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta} x_k \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(-\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta} x_k \right) \right) \right\} \end{aligned} \quad (2.15)$$

3. Turunan pertama fungsi log natural likelihood terhadap θ

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \theta} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \theta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \theta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \theta} \right. \\
&\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \theta} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_3} \frac{\partial \eta_3}{\partial \theta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_3} \frac{\partial \eta_3}{\partial \theta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_3} \frac{\partial \eta_3}{\partial \theta} \right. \\
&\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_3} \frac{\partial \eta_3}{\partial \theta} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} - \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} (1) \right) \right. \\
&\quad + \left(\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \right. \\
&\quad - \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} (1) \\
&\quad + \left(\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \right. \\
&\quad - \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} (1) \\
&\quad + \left(\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \right. \\
&\quad - \left. \left. \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} (1) \right) \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_{11i}}{p_{11i}} - \frac{y_{10i}}{p_{10i}} - \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \right. \right. \\
&\quad - \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} \right\} \quad (2.16)
\end{aligned}$$

Nilai standar deviasi dari penaksir untuk β dapat diketahui melalui matriks varians kovarians. Elemen matriks varians kovarians adalah nilai varians dan kovarians dari penaksir parameter. Nilai elemen tersebut dapat diperoleh dari ekspektasi turunan kedua fungsi log-natural likelihood yang dimaksimumkan dan di samadengankan nol. Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap parameter β diberikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial^2 \ln L(\beta, \theta)}{(\partial \beta)(\partial \beta^T)} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(-\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta} + \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial^2 p_{11i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) \right. \\
 &\quad + \left(-\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial^2 p_{10i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) \\
 &\quad + \left(-\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial^2 p_{01i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) \\
 &\quad \left. + \left(-\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial^2 p_{00i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) \right\} \\
 &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta} \right. \\
 &\quad + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta} \\
 &\quad \left. + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta} \right\} \quad (2.17)
 \end{aligned}$$

1. Menghitung turunan kedua fungsi log natural likelihood terhadap β_1

$$\begin{aligned}
 E \left(\frac{\partial^2 L(\beta, \theta)}{\partial \beta_{11} \partial \beta_{11}} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \right\} \\
 &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \right. \\
 &\quad \left. \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= - \sum_{l=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i}p_{01i}}{P_{2i}\Delta} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{p_{10i}p_{00i}}{(1-P_{2i})\Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{p_{11i}p_{01i}}{P_2\Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{p_{10i}p_{00i}}{(1-P_{2i})\Delta} x_1 \right)^2 \right\} \\
&\quad \vdots
\end{aligned} \tag{2.18}$$

$$\begin{aligned}
E \left(\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_{k1} \partial \boldsymbol{\beta}_{k1}} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right)^2 \right\} \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i}p_{01i}}{P_{2i}\Delta} x_k \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{p_{10i}p_{00i}}{(1-P_{2i})\Delta} x_k \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{p_{11i}p_{01i}}{P_2\Delta} x_k \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{p_{10i}p_{00i}}{(1-P_{2i})\Delta} x_k \right)^2 \right\}
\end{aligned} \tag{2.19}$$

2. Menghitung turunan kedua fungsi log natural likelihood terhadap $\boldsymbol{\beta}_2$ untuk memperoleh nilai standar deviasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
E \left(\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_{12} \partial \boldsymbol{\beta}_{12}} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{12}} \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{12}} \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right\} \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(- \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(- \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_1 \right)^2 \right\} \tag{2.20}
\end{aligned}$$

⋮

$$\begin{aligned}
E \left(\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_{k2} \partial \boldsymbol{\beta}_{k2}} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 \right\} \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{10i}} \left(- \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_k \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(- \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_k \right)^2 \right\} \tag{2.21}
\end{aligned}$$

3. Menghitung turunan kedua fungsi log natural likelihood terhadap β_1 dan β_2 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 E\left(\frac{\partial^2 L(\beta, \theta)}{\partial \beta_{11} \partial \beta_{12}}\right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{12}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \right\} \\
 &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right\} \\
 &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{10i}} \left(- \frac{p_{11i} p_{10i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{p_{01i} p_{00i}}{P_{1i} \Delta} x_1 \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(- \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_1 \right)^2 \right\} \\
 &\quad \vdots
 \end{aligned} \tag{2.22}$$

$$\begin{aligned}
 E\left(\frac{\partial^2 L(\beta, \theta)}{\partial \beta_{k1} \partial \beta_{k2}}\right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\
 &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{2i} \Delta} x_k \right) \left(\frac{p_{11i} p_{10i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right) \right. \\
&\quad + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_k \right) \left(\frac{p_{10i} p_{00i}}{P_{1i} \Delta} x_k \right) \\
&\quad + \left(\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_k \right) \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta} x_k \right) \left(\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1 - P_{1i}) \Delta} x_k \right) \right\} \quad (2.23)
\end{aligned}$$

Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap $\beta_1 \theta$ dan $\beta_2 \theta$ atau sebaliknya adalah samadengan nol, karena β_1 dan β_2 saling orthogonal terhadap θ .

4. Turunan kedua fungsi log natural likelihood terhadap θ

$$\begin{aligned}
E \left(\frac{\partial^2 \ln L(\beta, \theta)}{(\partial \theta)^2} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \theta} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \theta} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \theta} \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \theta} \right)^2 \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \right. \\
&\quad \left(\frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \\
&\quad \left(\frac{1}{p_{01i}} - \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \\
&\quad \left. \left(\frac{1}{p_{00i}} - \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{1}{p_{00i}} \right) \left(\frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} \right\} \quad (2.24)
\end{aligned}$$

Penaksir untuk parameter β tidak dapat diperoleh secara langsung karena hasil fungsinya berbentuk implisit, maka diperlukan metode iterasi Newton Rapshon (Sayyida, 2012).

2.3.2. Metode Newton Rapshon

Metode Newton Rapshon merupakan metode iterasi numerik yang digunakan untuk menghitung hampiran akar-akar persamaan linier dan persamaan tidak linier (Chapra dan Canale, 2010). Metode iterasi Newton Rapshon untuk menkasir β adalah diawali dengan menghitung vektor gradien $\mathbf{g}(\beta)$, dimana

$\mathbf{g}(\beta) = \left[\left(\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial (\beta_1)} \right)^T \left(\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial (\beta_2)} \right)^T \left(\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial (\beta_3)} \right)^T \right]$, dengan $\mathbf{g}(\beta)$ dapat diuraikan menurut deret Taylor pada $(\beta) = (\beta^{(t)})$ sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(\beta) &= \mathbf{g}(\beta^{(t)})|_{(\beta)=(\beta^{(t)})} + \frac{1}{1!} \left(\frac{\partial \mathbf{g}(\beta)}{\partial (\beta)} \right) \Big|_{(\beta)=(\beta^{(t)})} (\beta) - (\beta^{(t)}) \\ &\quad + \frac{1}{2!} \left(((\beta) - (\beta^{(t)}))^T \frac{\partial^2 \mathbf{g}(\beta^{(t)})}{\partial \beta \partial \beta^T} \Big|_{(\beta)=(\beta^{(t)})} ((\beta) - (\beta^{(t)})) \right. \\ &\quad \left. + \dots \right) \end{aligned} \quad (2.25)$$

dimana $\frac{\partial^2 \mathbf{g}(\beta^{(t)})}{\partial \beta \partial \beta^T} \Big|_{(\beta)=(\beta^{(t)})} = \mathbf{H}(\beta^{(t)})$, dengan $\mathbf{H}(\beta^{(t)})$ merupakan matriks Hessian yang diperoleh dari

$$\mathbf{H}(\beta) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \partial \beta_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \partial \beta_2^T} & 0 \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_2 \partial \beta_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_2 \partial \beta_2^T} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{(\partial \theta)^2} \end{bmatrix}$$

Maka persamaan $\mathbf{g}(\beta)$ dapat ditulis sebagai berikut

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(\beta) &= \mathbf{g}(\beta^{(t)}) + (\mathbf{g}(\beta - \beta^{(t)})) \\ &\quad + 1/2 \left((\beta - \beta^{(t)})^T \mathbf{H}(\beta - \beta^{(t)}) \right) + \dots \end{aligned} \quad (2.26)$$

Apabila diambil hanya sampai order kedua, maka diperoleh hasil pada persamaan berikut.

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) + (\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)})) + \frac{1}{2} ((\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)})^T \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)})) \quad (2.27)$$

Berdasarkan persamaan (2.27), untuk memaksimumkan fungsi $(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)})$, maka diturunkan terhadap $(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)})$ kemudian disama dengankan nol sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} 0 &= 0 + \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}) \\ \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}) &= 0 \end{aligned} \quad (2.28)$$

Apabila $\boldsymbol{\beta}^{(t)}$ merupakan solusi dari $\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})$, maka $\boldsymbol{\beta}^{(t+1)}$ adalah penyelesaian dari $\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})$, sehingga diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}) &= 0 \\ -\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) &= \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}) \\ (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}) &= -\mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}) \\ \boldsymbol{\beta}^{(t+1)} &= -\mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}^{(t)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}), \quad t = 0, 1, 2, \dots, \infty \end{aligned} \quad (2.29)$$

Proses iterasi pada persamaan (2.29) berhenti jika

$$\|\boldsymbol{\beta}^{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}\| < \delta \quad (2.30)$$

dimana δ merupakan bilangan yang sangat kecil, dan hasil estimasi $\boldsymbol{\beta}^{(t+1)}$ yang diperoleh yaitu iterasi yang terakhir (Sayyida, 2012).

2.3.3. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Logistik Biner Bivariat

Model yang telah diperoleh dari penaksiran parameter akan dilakukan pengujian parameter model regresi logistik biner bivariat untuk mengetahui apakah variabel prediktor dalam model berpengaruh signifikan atau tidak yang dilakukan secara serentak (*overall*) dan parsial.

1. Uji Serentak

Uji serentak merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh signifikan secara serentak. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter secara serentak diberikan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{k1} = \beta_{21} = \beta_{22} = \dots = \beta_{k2} = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_{rs} \neq 0$, $r = 1, \dots, k$ dan $s = 1, 2$

Statistik uji yang digunakan pada pengujian ini adalah Likelihood Ratio Test, dimana cara memperolehnya diberikan sebagai berikut.

Himpunan parameter dibawah populasi (Ω):

$$\Omega = \{\beta_{01}, \beta_{11}, \dots, \beta_{k1}, \beta_{02}, \beta_{12}, \beta_{k2}, \gamma_0, \gamma_1\}$$

Himpunan parameter dibawah H_0 (ω):

$$\omega = \{\gamma_0, \beta_{01}, \beta_{12}\}$$

Membentuk fungsi Likelihood dibawah populasi ($L(\Omega)$) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(\Omega) &= \prod_{i=1}^n f(y_i; \beta) \\ &= \prod_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{n_{11i}}{n} \right)^{y_{11i}} \left(\frac{n_{10i}}{n} \right)^{y_{10i}} \left(\frac{n_{01i}}{n} \right)^{y_{01i}} \left(\frac{n_{00i}}{n} \right)^{y_{00i}} \right\} \end{aligned}$$

dengan:

n_{11i} = jumlah pengamatan ke-i pada kategori (1,1)

n_{10i} = jumlah pengamatan ke-i pada kategori (1,0)

n_{01i} = jumlah pengamatan ke-i pada kategori (0,1)

n_{00i} = jumlah pengamatan ke-i pada kategori (0,0)

n = total pengamatan

Kemudian memaksimumkan fungsi likelihood sebagai berikut.

$$L(\hat{\Omega}) = \max_{\Omega} L(\Omega) = \prod_{i=1}^n \{\hat{p}_{11i}^{y_{11i}} \hat{p}_{10i}^{y_{10i}} \hat{p}_{01i}^{y_{01i}} \hat{p}_{00i}^{y_{00i}}\}$$

$$L(\hat{\omega}) = \max_{\omega} L(\omega)$$

$$= \prod_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{n_{11i}}{n} \right)^{y_{11i}} \left(\frac{n_{10i}}{n} \right)^{y_{10i}} \left(\frac{n_{01i}}{n} \right)^{y_{01i}} \left(\frac{n_{00i}}{n} \right)^{y_{00i}} \right\}$$

Setelah memaksimumkan fungsi likelihood, kemudian menghitung rasio sebagai berikut, sehingga diperoleh statistik uji likelihood ratio test pada persamaan (2.31) (Sayyida, 2012).

$$\begin{aligned}
 \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} &= \frac{\prod_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{n_{11i}}{n} \right)^{y_{11i}} \left(\frac{n_{10i}}{n} \right)^{y_{10i}} \left(\frac{n_{01i}}{n} \right)^{y_{01i}} \left(\frac{n_{00i}}{n} \right)^{y_{00i}} \right\}}{\prod_{i=1}^n \{ \hat{n}_{11i}^{y_{11i}} \hat{n}_{10i}^{y_{10i}} \hat{n}_{01i}^{y_{01i}} \hat{n}_{00i}^{y_{00i}} \}} \\
 G &= -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \ln L(\hat{\Omega}) - 2 \ln L(\hat{\omega}) \quad (2.31) \\
 &= 2 \{ \sum_{i=1}^n [y_{11i} \ln \hat{p}_{11i} + y_{10i} \ln \hat{p}_{10i} + y_{01i} \ln \hat{p}_{01i} + y_{00i} \ln \hat{p}_{00i}] \} - 2 \sum_{i=1}^n \{ n_{11i} \ln(n_{11i}) + n_{10i} \ln(n_{10i}) + n_{01i} \ln(n_{01i}) + n_{00i} \ln(n_{00i}) \} \\
 &\quad y_{01i} \ln \hat{p}_{01i} + y_{00i} \ln \hat{p}_{00i} \} - \\
 &\quad 2 \sum_{i=1}^n \{ n_{11i} \ln(n_{11i}) + n_{10i} \ln(n_{10i}) + n_{01i} \ln(n_{01i}) + n_{00i} \ln(n_{00i}) \}
 \end{aligned}$$

Keputusan menolak H_0 yaitu apabila $G_{hitung} > \chi_{\alpha, v}^2$, dimana v merupakan banyak parameter model dibawah populasi dikurangi banyak parameter model dibawah H_0 dan nilai $\chi_{\alpha, v}^2$ diperoleh melalui tabel chi-square. Statistik G pada persamaan (2.31) memiliki kesamaan dengan statistik *deviance*, yaitu membandingkan nilai maksimum likelihood antara model tanpa variabel prediktor dengan model yang terdapat variabel prediktor (McCullagh dan Nelder, 1989).

2. Uji Parsial

Selain pengujian secara serentak dilakukan uji parsial untuk mengetahui variabel prediktor berpengaruh signifikan dalam model secara individu. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parsial diberikan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{rs} = 0$$

$$H_1 : \beta_{rs} \neq 0, \quad r = 1, \dots, k \text{ dan } s = 1, 2$$

Statistik uji dalam pengujian secara parsial ini menggunakan uji Wald, dimana pada uji Wald penaksir β_{rs} diperoleh melalui

metode maksimum likelihood dibandingkan dengan simpangan baku dari penaksir β_{rs} yang diberikan sebagai berikut.

$$W = \frac{\hat{\beta}_{rs}}{se(\hat{\beta}_{rs})} \quad (2.32)$$

Berdasarkan statistik uji tersebut, maka keputusan menolak H_0 diperoleh apabila W lebih dari $Z_{\alpha/2}$ atau W kurang dari $-Z_{\alpha/2}$, dimana nilai $Z_{\alpha/2}$ dapat diperoleh melalui tabel distribusi normal, untuk kasus dengan derajat bebas lebih dari satu, pengujian signifikansi parameter secara parsial menggunakan *Likelihood Ratio Test* dengan derajat bebas v yaitu banyaknya parameter dalam model (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

2.4 Regresi Logistik Biner Univariat

Regresi logistik biner merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon (Y) yang bersifat biner atau dikotomis, dapat berskala nominal atau ordinal dengan dua kategori dan variabel prediktor (X) yang bersifat polikotomis (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

Pada variabel Y terdiri dua kategori yaitu kejadian sukses dan gagal yang di simbolkan dengan $y = 1$ (sukses), $y = 0$ (gagal). Pada kejadian tersebut, variabel Y mengikuti distribusi Bernoulli untuk setiap observasi tunggal, dengan fungsi probabilitas yang diberikan sebagai berikut.

$$f(y) = \pi^y(1 - \pi)^{1-y}; y = 0, 1 \quad (2.33)$$

Apabila $y = 0$ maka $f(y) = 1 - \pi$, dan jika $y = 1$ maka $f(y) = \pi$, sedangkan untuk model regresi logistik biner diberikan sebagai berikut (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}} \quad (2.34)$$

Pengamatan yang saling bebas dengan kejadian sebanyak n “sukses” maka akan memiliki distribusi Binomial dengan fungsi probabilitas sebagai berikut.

$$f(y) = \binom{n}{y} \pi^y (1 - \pi)^{n-y} \quad (2.35)$$

Distribusi dari variabel Y merupakan anggota dari keluarga eksponensial jika fungsi probabilitasnya memiliki bentuk sebagai berikut.

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(\phi) \right\} \quad (2.36)$$

$a(\phi)$ merupakan parameter skala, $b(\theta)$ merupakan fungsi *unit cumulant* dan θ merupakan parameter kanonik. Variabel Y yang merupakan variabel acak berdistribusi Binomial diubah kedalam keluarga eksponensial sebagai berikut (McCullagh dan Nelder, 1989).

$$\begin{aligned} f(y; \theta, \phi) &= \exp \left\{ y \log \pi + (n - y) \log(1 - \pi) + \log \binom{n}{y} \right\} \\ &= \exp \left\{ y \log \pi - y \log(1 - \pi) + n \log(1 - \pi) + \log \binom{n}{y} \right\} \\ &= \exp \left\{ y (\log \pi - \log(1 - \pi)) + n \log(1 - \pi) + \log \binom{n}{y} \right\} \\ &= \exp \left\{ y \log \left(\frac{\pi}{1 - \pi} \right) + n \log(1 - \pi) + \log \binom{n}{y} \right\} \end{aligned} \quad (2.37)$$

dengan

y : y

θ : $\log \left(\frac{\pi}{1 - \pi} \right)$

$$\pi = \frac{e^\theta}{1 + e^\theta}$$

$b(\theta)$: $n \log(1 + e^\theta)$

ϕ : 1

$a(\phi)$: ϕ

$c(y, \phi)$: $\log \binom{n}{y}$

Pada bentuk keluarga eksponensial, yang menjadi *link function* adalah θ , sehingga *link function* untuk Binomial adalah fungsi logit sebagai berikut.

$$g(x) = \ln \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right)$$

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p \quad (2.38)$$

2.4.1. Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Biner Univariat

Estimasi parameter dalam regresi logistik menggunakan *Maximum Likelihood*. Metode tersebut dapat mengestimasi parameter β dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Setiap pengamatan pada regresi logistik mengikuti distribusi Bernoulli, sehingga fungsi *likelihood*nya dapat ditentukan sebagai berikut.

$$f(Y = Y_i = \pi(x_i)^{y_i}(1 - \pi(x_i))^{1-y_i})$$

Apabila terdapat variabel respon Y_i dan variabel prediktor X_i pada pengamatan ke- i yang saling bebas dengan pengamatan lainnya, sehingga fungsi *likelihood*nya merupakan gabungan dari fungsi distribusi masing-masing pasangan pengamatan sebagai berikut (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

$$\begin{aligned}
 l(\beta) &= \prod_{i=1}^n f(y_i) = \prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \\
 &= \left\{ \prod_{i=1}^n \exp \left[\ln \left(\frac{\pi(\mathbf{x}_i)}{1 - \pi(\mathbf{x}_i)} \right)^{y_i} \right] \right\} \left\{ \prod_{i=1}^n [1 - \pi(\mathbf{x}_i)] \right\} \\
 &= \left\{ \exp \left[\sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{\pi(\mathbf{x}_i)}{1 - \pi(\mathbf{x}_i)} \right) \right] \right\} \left\{ \prod_{i=1}^n [1 - \pi(\mathbf{x}_i)] \right\} \\
 &= \left\{ \exp \left[\sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{\pi(\mathbf{x}_i)}{1 - \pi(\mathbf{x}_i)} \right) \right] \right\} \left\{ \prod_{i=1}^n \frac{1}{1 + \exp \left(\sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)} \right\} \\
 l(\beta) &= \left\{ \exp \left(\sum_{i=1}^n y_i \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right) \right\} \left\{ \prod_{i=1}^n \left[1 + \exp \left(\sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right) \right]^{-1} \right\} \quad (2.39)
 \end{aligned}$$

Kemudian fungsi *likelihood* tersebut dimaksimumkan dalam bentuk $l(\boldsymbol{\beta})$ dan dinyatakan dengan $L(\boldsymbol{\beta})$.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \ln l(\boldsymbol{\beta})$$

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{j=0}^p \left[\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right] \beta_j - \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \exp \left(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right) \right] \quad (2.40)$$

Nilai $\boldsymbol{\beta}$ maksimum diperoleh melalui turunan $L(\boldsymbol{\beta})$ terhadap $\boldsymbol{\beta}$ kemudian hasilnya disama dengankan nol.

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \left(\frac{\exp(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij})}{1 + \exp(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij})} \right) = 0 \quad (2.41)$$

sehingga,

$$\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \hat{\pi}(\mathbf{x}_i) = 0, \quad j = 0, 1, 2, \dots, p \quad (2.42)$$

Pada persamaan (2.41) hasil yang diperoleh berbentuk implisit, sehingga dilanjutkan menggunakan metode numerik iterasi Newton Rapshon untuk menyelesaikan persamaan yang non linear.

$$\boldsymbol{\beta}^{(t+1)} = \boldsymbol{\beta}^{(t)} - (\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}))^{-1} \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(t)}), \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (2.43)$$

dengan $\mathbf{g}^{(T)} = \left(\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p} \right)$ dan \mathbf{H} merupakan matriks

Hessian dengan elemen $h_{ij} = \frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_i \partial \beta_j}$.

Langkah-langkah iterasi Newton Rapshon adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai awal estimasi parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}$ dengan nilai 0 atau $(X^T X)^{-1} X^T Y$
2. Membentuk vektor gradient \mathbf{g} dan matriks Hessian \mathbf{H}
3. Memasukkan nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}$ pada elemen \mathbf{g} dan \mathbf{H} sehingga diperoleh $\mathbf{g}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)})$ dan $\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)})$.

4. Iterasi dimulai pada $t = 0$ menggunakan persamaan (2.43), dimana nilai $\hat{\beta}^{(t)}$ merupakan matriks yang berisi penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- t .
5. Apabila belum diperoleh estimasi parameter yang konvergen, maka mengulang langkah ke-3 hingga nilai $\|\hat{\beta}^{(t+1)} - \hat{\beta}^{(t)}\| \leq \varepsilon$, dengan ε merupakan bilangan yang sangat kecil. Hasil estimasi yang diperoleh adalah $\hat{\beta}^{(t+1)}$ pada iterasi terakhir.

2.4.2. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Logistik Biner Univariat

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon yang dilakukan dengan uji serentak dan uji parsial (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Pengujian tersebut meliputi uji secara serentak dan secara parsial.

1. Uji Serentak

Uji serentak digunakan untuk memeriksa pengaruh variabel prediktor dalam model secara serentak dengan hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji dalam pengujian signifikansi parameter secara serentak menggunakan Likelihood Ratio Test yang diberikan sebagai berikut.

$$G = -2 \ln \left(\frac{\left(\frac{n_0}{n}\right)^{n_0} \left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1}}{\sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^{y_i} (1 - \hat{\pi}_i)^{(1-y_i)}} \right) \quad (2.44)$$

dimana

n_0 = banyak observasi pada $Y = 0$

n_1 = banyak observasi pada $Y = 1$

n = banyak observasi

Berdasarkan statistik uji tersebut, maka keputusan menolak H_0

yaitu apabila G lebih dari $\chi^2_{(\alpha, df)}$, dengan df adalah banyaknya parameter dalam model tanpa β_0 .

2. Uji Parsial

Setelah pengujian secara keseluruhan, selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter β secara parsial terhadap variabel respon. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter dari variabel mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon, dengan hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah uji Wald yang diperoleh dengan cara parameter β dibagi dengan simpangan baku β sebagai berikut.

$$W = \frac{\hat{\beta}_i}{se(\hat{\beta}_i)} \quad (2.45)$$

Statistik uji Wald mengikuti Distribusi Chi-square dengan derajat bebas 1, sehingga keputusan tolak H_0 akan diperoleh apabila nilai W^2 lebih dari $\chi^2_{(1)}$.

2.4.3. Ketepatan Klasifikasi

Evaluasi prosedur klasifikasi adalah suatu evaluasi yang melihat peluang kesalahan klasifikasi oleh fungsi klasifikasi. Ukuran yang digunakan adalah *apparent error rate* (APER). Nilai APER menyatakan nilai proporsi sampel yang salah diklasifikasi oleh fungsi klasifikasi (Johnson & Winchern, 2007).

Tabel 2.3 Tabel Klasifikasi

		<i>Predicted membership</i>		
		π_1	π_2	
<i>Actual membership</i>	Y_1	n_{1C}	$n_{1M} = n_1 - n_{1C}$	n_1
	Y_2	$n_{2M} = n_2 - n_{2C}$	n_{2C}	n_2

Berdasarkan tabel klasifikasi, maka nilai APER dapat diperoleh dengan persamaan (2.46).

$$APER = \frac{n_{1M} + n_{2M}}{n_1 + n_2} \quad (2.46)$$

dengan:

n_{1C} = jumlah prediksi Y_1 yang tepat diklasifikasikan pada π_1

n_{1M} = jumlah prediksi Y_1 yang salah diklasifikasikan pada π_2

n_{2C} = jumlah prediksi Y_2 yang tepat diklasifikasikan pada π_2

n_{2M} = jumlah prediksi Y_2 yang salah diklasifikasikan pada π_1

2.5 Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycrobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam, sehingga disebut Bakteri Tahan Asam (BTA) serta merupakan bakteri basil yang sangat kuat sehingga memerlukan waktu yang lama untuk mengobatinya. Tuberkulosis dapat menyerang siapa saja terutama penduduk usia produktif atau yang masih aktif bekerja yaitu usia 15-50 tahun. Penyakit ini sering ditemukan pada pemukiman padat penduduk dengan sanitasi yang kurang baik, kurangnya ventilasi, kurangnya pencahayaan matahari (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Tuberkulosis paru merupakan penyakit tuberkulosis yang menyerang jaringan tubuh paru-paru. Penyakit ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan pemeriksaan dahak, yaitu tuberkulosis paru BTA positif dan tuberkulosis paru BTA negatif yang diberikan sebagai berikut (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2006).

1. Tuberkulosis paru BTA positif
 - a. Sekurang-kurangnya dua dari tiga spesimen dahak menunjukkan BTA positif
 - b. Hasil pemeriksaan satu spesimen dahak menunjukkan BTA positif dan kelainan radiologi menunjukkan gambaran tuberkulosis aktif
 - c. Hasil pemeriksaan satu spesimen dahak menunjukkan BTA positif dan biakan positif

2. Tuberkulosis paru BTA negatif
 - a. Hasil pemeriksaan dahak tiga kali menunjukkan BTA negatif, gambaran klinis dan kelainan radiologi menunjukkan gambaran tuberkulosis aktif
 - b. Hasil pemeriksaan dahak tiga kali menunjukkan BTA negatif dan biakan *Mycobacterium tuberculosis*.

Selain itu, Perhimpunan Dokter Paru Indonesia juga menyatakan beberapa gejala yang biasa dialami oleh penderita tuberkulosis paru, yaitu batuk menerus lebih dari dua minggu, batuk darah, sesak napas, nyeri dada, demam, berkeringat di malam hari, anoreksia, dan juga berat badan menurun.

Penularan penyakit tuberkulosis dapat terjadi melalui udara ketika percikan dahak yang mengandung kuman tuberkulosis paru dibatukkan keluar dan dihirup oleh orang sehat kemudian berkembang biak di paru-paru, dimana penularan ini disebut sebagai *airborne disease*. Sebagian besar (80-90%) manusia yang terinfeksi belum tentu menjadi sakit tuberkulosis, bergantung pada sistem kekebalan tubuh, tetapi untuk menjadi sakit disebabkan oleh beberapa faktor seperti, keadaan sosial ekonomi, kemiskinan, kekurangan gizi, rendahnya tingkat pendidikan dan kepadatan penduduk (World Health Organization, 2011).

2.6 Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan penyakit gangguan metabolik menahun akibat pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif. Insulin merupakan hormon yang mengatur keseimbangan kadar gula darah. Akibatnya terjadi peningkatan konsentrasi glukosa di dalam darah atau disebut hiperglikemia. Diabetes melitus terbagi menjadi dua kategori yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. Diabetes tipe 1 ditandai dengan kurangnya produksi insulin, sedangkan diabetes tipe 2 disebabkan oleh penggunaan insulin yang kurang efektif oleh tubuh. Selain itu, juga terdapat diabetes gestasional yaitu hiperglikemia yang didapatkan ketika dalam masa kehamilan (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2014).

Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 2001 mendapatkan prevalensi diabetes melitus pada penduduk usia 25-64 tahun di Jawa dan Bali sebesar 7,5%. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2007 dan 2013 melakukan wawancara untuk menghitung proporsi diabetes melitus pada usia 15 tahun keatas, dan didapatkan bahwa proporsi diabetes melitus pada RISKESDAS 2013 meningkat hampir dua kali lipat dibandingkan tahun 2007. Faktor risiko yang dapat mempengaruhi seseorang terkena diabetes yaitu riwayat keluarga, jenis kelamin, etnik, ras, riwayat lahir dengan berat badan rendah (kurang dari 2500 gram), riwayat melahirkan bayi lebih dari 4000 gram merupakan faktor yang tidak dapat diubah. Selain itu terdapat juga faktor risiko yang erat kaitannya dengan peri-laku hidup yang kurang sehat, bert badan berlebih atau obesitas dan juga kurangnya aktivitas fisik (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2014).

2.7 Hubungan Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus

Tuberkulosis paru dan diabetes melitus merupakan penyakit yang menjadi masalah besar. Hal ini disebabkan karena kedua penyakit tersebut saling berkaitan. Penderita diabetes melitus dapat berisiko lebih tinggi untuk terkena penyakit tuberkulosis paru, dikarenakan defek fungsi sel-sel imun dan mekanisme pertahanan tubuh, termasuk gangguan fungsi dari epitel pernapasan. Paru-paru pada penderita diabetes melitus akan mengalami perubahan patologis, seperti penebalan epitel alveolar dan lamina basalis kapiler paru (Wulandari dan Sugiri, 2013). Hal ini juga ditegaskan oleh Dr. Rochsismandoko, SpPD, KEMD yang menyatakan bahwa penyakit diabetes dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh. Selain itu, kondisi gula darah yang tinggi pada penderita diabetes merupakan lingkungan yang baik bagi bakteri berkembang termasuk bakteri tuberkulosis, sedangkan pada penderita tuberkulosis paru dapat beresiko terkena diabetes salah satunya yaitu dampak dari konsumsi obat-obatan di pankreas yang dapat menurunkan kadar insulin sehingga dapat menaikkan kadar gula darah (Prawira, 2014).

2.8 Faktor Risiko

Faktor resiko merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan terjadinya suatu penyakit. Karakteristik golongan penduduk yang memiliki resiko untuk terkena penyakit tuberkulosis paru dan diabetes melitus diberikan sebagai berikut.

a. Usia

Usia merupakan faktor terjadinya perubahan perilaku yang berkaitan dengan kematangan fisik dan psikis. Sebagian besar penyakit tuberkulosis paru menyerang penduduk kelompok usia produktif (Ratnawati, 2000). Hal tersebut juga ditegaskan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2014) bahwa sekitar 75% pasien tuberkulosis adalah kelompok usia produktif yaitu 15-50 tahun. Selain itu, berdasarkan hasil Riskesdas 2007 peningkatan umur diikuti oleh peningkatan prevalensi Toleransi Gula Terukur (TGT) dan diabetes melitus. Penelitian Trisnawati (2013) menyatak-an bahwa sebagian besar penderita diabetes melitus berusia ≥ 45 tahun.

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan suatu variabel untuk membedakan presentase penyakit antara laki-laki dan perempuan. Hasil Riskesdas tahun 2007 menyatakan prevalensi diabetes pada wanita lebih tinggi (6,4%) dibandingkan dengan laki-laki (4,9%). Berdasarkan laporan WHO pada tahun 2013 dalam pedoman penanggulangan tuberkulosis nasional, menyatakan bahwa insidensi tuberkulosis paru paling banyak terjadi pada laki-laki tetapi angka kesakitan dan kematian wanita akibat tuberkulosis juga tinggi (Kemeterian Kesehatan Indonesia, 2014).

c. Pendidikan Terakhir

Kondisi pendidikan merupakan salah satu indikator yang sering digunakan untuk mengukur tingkat pembangunan manusia. Perubahan yang terjadi secara terus menerus pada perilaku masyarakat disebabkan oleh meningkatnya tingkat pendidikan. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka pengetahuan yang diperoleh semakin banyak. Hal ini berakibat pada meningkatnya kualitas hidup terutama di bidang kesehatan dan mem-

pengaruhi keputusan seseorang untuk berperilaku sehat (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016).

d. Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi dapat mempengaruhi terhadap perilaku seseorang dalam menjaga kesehatan baik individu maupun keluarga yang dapat diukur berdasarkan besarnya pendapatan. Pendapatan merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur kesejahteraan rakyat. Terdapat 14 kriteria rumah tangga miskin menurut BPS dalam Franciari dan Sugiyanto (2013), dimana salah satunya yaitu penghasilan kepala rumah tangga sebesar Rp 600.000 per bulan. Menurut Karyadi (2002) dalam Putra (2011) dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa ekonomi lemah atau miskin dapat mempengaruhi seseorang terkena tuberkulosis paru. Hal ini disebabkan karena daya tahan tubuh yang rendah, rumah yang tidak layak huni ditambah dengan penghuni yang ramai dan sesak.

e. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan faktor risiko yang berperan terhadap timbulnya penyakit tuberkulosis paru selain faktor kependudukan (jenis kelamin, umur, status gizi, sosial ekonomi). Terdapat beberapa indikator rumah tangga sehat menurut Departemen Kesehatan RI 2007, yaitu ketersediaan air bersih, ketersediaan jamban, kesesuaian luas lantai dengan jumlah penghuni dan lantai rumah tidak terbuat dari tanah. Kepemilikan fasilitas buang air besar (jamban) menjadi isu penting dalam menentukan kualitas hidup penduduk. Banyak bibit-bibit penyakit yang ditimbulkan dari tinja, sehingga setiap rumah tangga hendaknya memiliki fasilitas buang air besar secara pribadi (Efendi dan Makhfudli, 2009).

Penularan tuberkulosis dapat melalui percikan dahak ketika penderita batuk atau bersin. Penularan ini dapat terjadi dalam suatu ruangan, dimana terdapat percikan dalam waktu yang cukup lama. Ventilasi dapat mengurangi jumlah percikan tersebut karena terkena sinar matahari langsung yang dapat membunuh bakteri tuberkulosis. Lubang ventilasi yang baik untuk sirkulasi udara

yaitu sebesar 10 persen dari luas lantai (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2013).

f. Status Gizi

Menurut Croffon, Horne, dan Miller (2002) dalam Putra (2011) keadaan gizi memiliki hubungan yang kuat dengan timbulnya suatu penyakit. Penyakit infeksi dapat memperburuk keadaan gizi, dan keadaan gizi yang buruk dapat mempermudah terkena infeksi, termasuk tuberkulosis. Penyakit diabetes juga dapat disebabkan oleh status gizi yang berlebih atau disebut obesitas. Status gizi penduduk berusia 15 tahun keatas dapat dinilai menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT dapat dihitung berdasarkan berat badan dan tinggi badan dengan rumus sebagai berikut (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

$$IMT = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)} \times \text{Tinggi badan (m)}}$$

Klasifikasi IMT penduduk berusia 15 tahun menurut Departemen Kesehatan Indonesia tahun 2008 diberikan pada Tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Klasifikasi Indeks Masa Tubuh

Kategori	IMT
Kurus	<18,5
Normal	$18,5 \leq IMT < 25$
Lebih	≥ 25

g. Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok dapat merusak mekanisme pertahanan paru, yang kemudian akan menimbulkan berbagai penyakit. Penelitian di Afrika Selatan menghasilkan bahwa laki-laki yang merokok berisiko tiga kali lipat lebih besae terkena tuberkulosis paru daripada yang tidak pernah merokok (Murrison, Martinson, Moloney, Msandiwa, Mashabela, Samet, Golub, 2016). Selain itu, kebiasaan merokok juga dapat mempengaruhi terjadinya diabetes melitus seperti penelitian yang dilakukan oleh Sairenchi, Iso,

Nishimura, dkk (2004) menyatakan bahwa kebiasaan merokok dapat meningkatkan risiko diabetes pada semua jenis kelamin.

h. Kepadatan Hunian Rumah

Kepadatan hunian rumah merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya tuberkulosis dalam lingkup lingkungan rumah. Kepadatan hunian rumah merupakan hasil bagi antara luas ruangan dengan jumlah penghuni dalam satu rumah. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan nomor 829 tahun 1999 tentang persyaratan kesehatan rumah, kepadatan hunian rumah terbagi menjadi memenuhi syarat apabila hasil pengukuran kepadatan lebih dari $8\text{m}^2/\text{orang}$ dan tidak memenuhi syarat apabila hasil pengukuran kepadatan kurang dari $8\text{m}^2/\text{orang}$ (Lahabama, 2013).

i. Konsumsi Alkohol

Kebiasaan mengkonsumsi alkohol dapat mengakibatkan timbulnya berbagai penyakit. Hal ini dikarenakan dengan mengkonsumsi alkohol dapat menurunkan daya tahan tubuh. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan di India terhadap 235 pasien tuberkulosis dimana sepertiganya merupakan peminum alkohol (Veerakumar, Sahu, dan Sarkar, 2015). Asupan alkohol yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan metabolisme insulin, obesitas, induksi pankreatitis, gangguan metabolisme karbohidrat dan glukosa, serta gangguan fungsi hati (Bazzano, Serdula, dan Liu 2005).

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

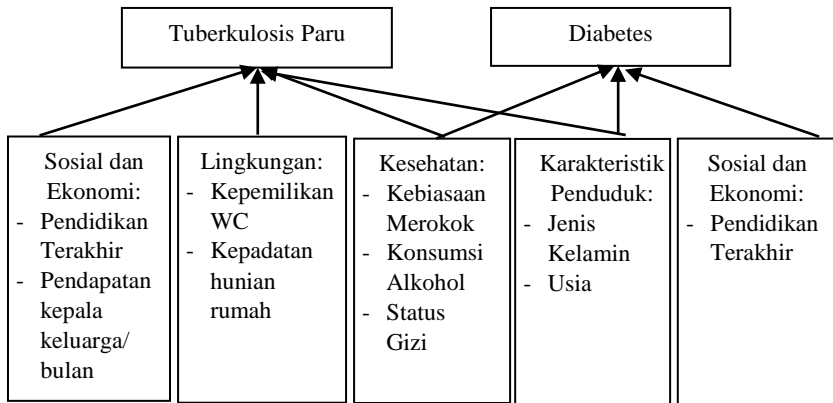
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari penelitian Purwanti (2015), dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan data primer melalui survei dan juga menggunakan data sekunder. Teknik sampling dalam pengambilan data primer menggunakan SRS (*Simple Random Sampling*) dengan taksiran parameter proporsional. Proporsi (p) yang digunakan merupakan perbandingan jumlah penderita tuberkulosis paru yang tercatat sebagai pasien di 16 puskesmas di 11 kecamatan, yaitu (Kecamatan Asemrowo, Benowo, Bulak, Gunung Anyar, Kenjeran, Krembangan, Mulyorejo, Pabean Cantikan, Rungkut, Semampir, dan Sukolilo) dengan jumlah penduduk di wilayah tersebut. Jumlah penduduk di 11 kecamatan tersebut adalah 1.041.738 orang (Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2013), sehingga sampel yang diperoleh yaitu sebanyak 120 orang. Responden yang menjadi unit penelitian adalah rumah tangga yang memiliki anggota keluarga penderita tuberkulosis paru. Informasi mengenai penderita tuberkulosis paru tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari puskesmas-puskesmas yang berada di wilayah studi, yaitu tepatnya penderita yang tercatat pernah melakukan pemeriksaan di puskesmas pada bulan Januari sampai dengan Desember 2014.

3.2 Kerangka Konsep

Terjadinya tubekulosis paru dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor lingkungan, kondisi sosial atau demografi, begitu pula untuk penyakit diabetes melitus. Penyakit diabetes

melitus dipengaruhi oleh faktor demografi, dan kebiasaan atau pola perilaku gaya hidup. Kerangka konsep pada penelitian ini mengacu pada Laban (2012) mengatakan faktor yang berpengaruh terhadap tuberkulosis paru adalah usia produktif (15-50 tahun), ekonomi lemah, dan tingkat pendidikan rendah. Kemudian Kementerian Kesehatan Indonesia (2014) dan Kementerian Kesehatan (2015) mengatakan sebagian besar penderita tuberkulosis paru merupakan berjenis kelamin laki-laki. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Murrison, Martinson, Moloney, Msandiwa, Mashabela, Samet, dan Golub (2016) menyatakan laki-laki yang memiliki kebiasaan merokok berisiko terkena tuberkulosis paru tiga kali lebih besar, dan kebiasaan mengkonsumsi alkohol juga dapat mempengaruhi terjadinya tuberkulosis paru. Penelitian yang dilakukan oleh Ruswanto (2010) menghasilkan bahwa keadaan ventilasi, kepadatan hunian rumah, tingkat pengetahuan dan status gizi berpengaruh terhadap tuberkulosis paru.

Selain itu, faktor lingkungan juga memiliki peranan penting bagi kesehatan masyarakat. Departemen Kesehatan Indonesia (2013) mengatakan syarat rumah sehat adalah memiliki jamban sehat, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah memenuhi syarat. Kemudian untuk penyakit diabetes, penelitian yang dilakukan oleh Trisnawati (2013) menyatakan diabetes sebagian besar terjadi pada usia 45 tahun keatas. Beberapa faktor lain yang terkait dengan terjadinya penyakit diabetes yaitu jenis kelamin, dimana diabetes banyak terjadi pada wanita. Selain itu juga dipengaruhi oleh pola perilaku gaya hidup yang tidak baik, seperti kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol (American Diabetes Association, 2013). Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, diberikan gambaran kerangka konsep penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Sumber: American Diabetes Association, 2013; Departemen Kesehatan Indonesia, 2013; Kementerian Kesehatan Indonesia 2014 dan 2015; Laban, 2012; Murrison, Martinson, Moloney, Msandiwa, Mashabela, Samet, dan Golub, 2016; Ruswanto, 2010; Trisnawati, 2013.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel respon (Y), yang digunakan terdiri dari dua, yaitu pertama (Y_1) merupakan jenis penyakit tuberkulosis paru yang terdiri dari tuberkulosis paru BTA positif dan tuberkulosis paru BTA negatif, serta variabel respon kedua (Y_2) yaitu memiliki riwayat penyakit diabetes melitus atau tidak. Variabel prediktor yang digunakan merupakan faktor-faktor risiko yang diduga berpengaruh terhadap terjadinya tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya, seperti usia, jenis kelamin, pendidikan terakhir, status gizi, penghasilan kepala keluarga per bulan, kepadatan hunian rumah, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, ventilasi rumah, serta kepemilikan

WC. Penjelasan masing-masing variabel prediktor diuraikan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Kategori	Skala
Y_1	Jenis Penyakit Tuberkulosis Paru	1: TB BTA Negatif 2: TB BTA Positif	Nominal
Y_2	Riwayat Penyakit Diabetes Melitus	1: Ya 2: Tidak	Nominal
X_1	Usia	1: Usia Produktif (15-50 tahun) 2: Bukan usia produktif	Nominal
X_2	Jenis kelamin	1: Laki-Laki 2: Perempuan	Nominal
X_3	Pendidikan Terakhir	1: Tidak Sekolah 2: SD/MI 3: SMP/MTs 4: SMA/MA 5: PT/Sederajat	Ordinal
X_4	Status Gizi	1: Kurus 2: Normal 3: Lebih	Ordinal
X_5	Penghasilan Kepala Keluarga Per Bulan	1: < Rp 600.000 2: \geq Rp 600.000	Nominal
X_6	Kepadatan Hunian Rumah	1: Tidak Memenuhi Syarat 2: Memenuhi Syarat	Nominal
X_7	Kebiasaan Merokok	1: Ya 2: Tidak	Nominal
X_8	Konsumsi Alkohol	1: Ya 2: Tidak	Nominal
X_9	Ventilasi Rumah	1: Luasnya <10% luas lantai 2: Luasnya \geq 10% luas lantai	Nominal
X_{10}	Kepemilikan WC/Jamban	1: Umum 2: Sendiri	Nominal

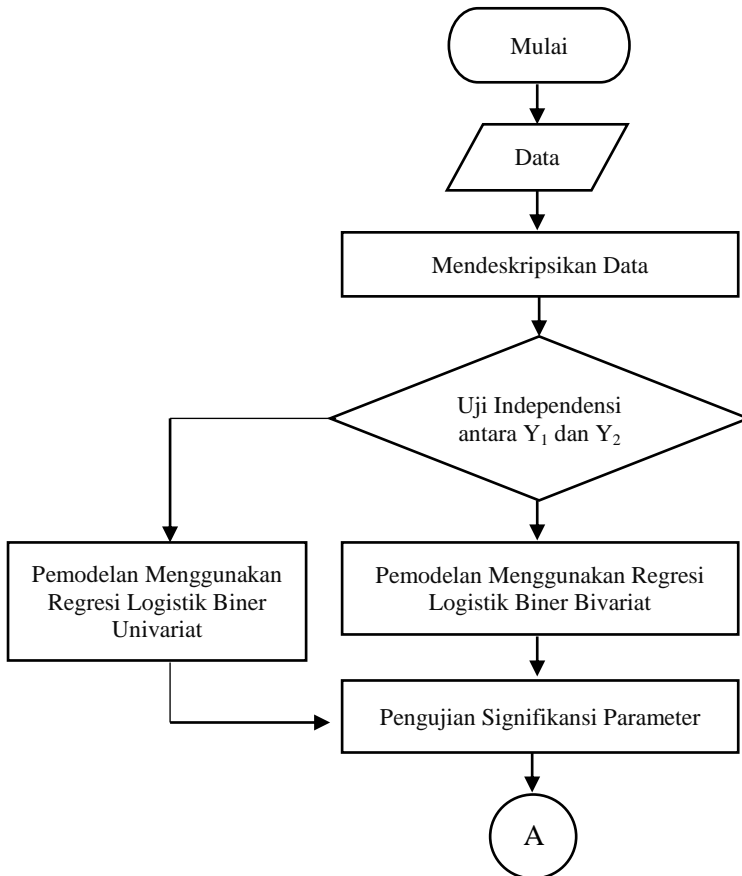
3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

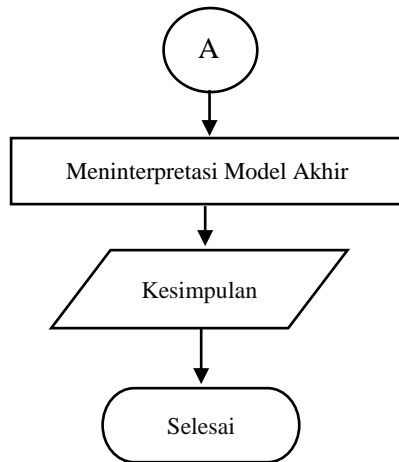
1. Mendeskripsikan data penderita penyakit tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya.
2. Memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya dengan menggunakan regresi logistik biner bivariat.
 - a. Melakukan uji independensi untuk mengetahui hubungan antara variabel Y_1 dan Y_2 menggunakan Pearson Chi-Square.
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial antara variabel respon dengan variabel prediktor untuk memperoleh faktor yang berpengaruh signifikan terhadap tuberkulosis paru dan diabetes.
 - c. Menginterpretasi model akhir yang diperoleh
 - d. Menarik kesimpulan
3. Melakukan identifikasi pada masing-masing variabel respon menggunakan regresi logistik biner.
 - a. Melakukan uji independensi antara masing-masing variabel respon dengan variabel prediktor.
 - b. Melakukan deteksi multikolinieritas untuk mengetahui apakah terdapat variabel prediktor yang saling berhubungan.
 - c. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan juga parsial, serta pengujian signifikansi parameter pada masing-masing variabel prediktor atau secara univariabel.
 - d. Melakukan seleksi variabel menggunakan *backward elimination*
 - e. Menginterpretasi model yang diperoleh.
 - f. Menghitung ketepatan klasifikasi.
 - g. Menarik kesimpulan.

3.5 Diagram Alir Analisis

Langkah-langkah analisis yang telah dijelaskan sebelumnya dapat disajikan dalam bentuk diagram yang diberikan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Tahapan Analisis



Gambar 3.2 Tahapan Analisis (Lanjutan)

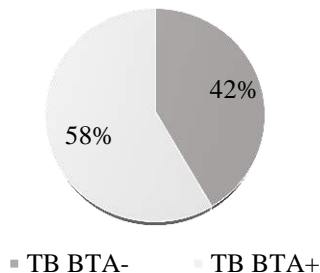
(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya

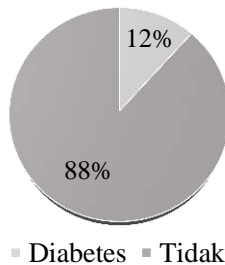
Tuberkulosis paru merupakan penyakit menular yang menyerang paru-paru, disebabkan karena infeksi bakteri *Mycrobacterium Tuberculosis*. Kota Surabaya merupakan kota nomor satu dengan jumlah kasus tuberkulosis paru tertinggi di Provinsi Jawa Timur, sedangkan angka prevalensi diabetes melitus di Kota Surabaya juga tinggi yaitu 6.8. Tingginya kasus kedua penyakit ini, menjadikan masalah yang mendapat perhatian khusus.

Wilayah penelitian yang meliputi Kecamatan Asemrowo, Benowo, Bulak, Gunung Anyar, Kenjeran, Krembangan, Mulyorejo, Pabean Cantikan, Rungkut, Semampir, dan Sukolilo merupakan daerah yang berada di pesisir pantai, dimana daerah tersebut merupakan daerah padat penduduk. Hal tersebut dapat memudahkan bakteri tuberkulosis berkembang biak. Penyakit tuberkulosis paru dapat dikategorikan berdasarkan pemeriksaan dahaknya menjadi dua kategori, yaitu tuberkulosis paru BTA positif dan tuberkulosis paru BTA negatif. Jumlah penderita tuberkulosis paru berdasarkan jenisnya di Kota Surabaya disajikan sebagai berikut



Gambar 4.1 Persentase Jumlah Penderita Jenis Tuberkulosis Paru

Banyaknya penderita tuberkulosis paru di Kota Surabaya yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, terlihat bahwa dari lebih dari sebagian responden, yaitu sebanyak 70 orang atau sebesar 58% merupakan penderita tuberkulosis paru BTA positif, sedangkan banyaknya penderita tuberkulosis paru BTA negatif yaitu sebanyak 50 orang atau 42%. Pada penderita kedua jenis penyakit tuberkulosis paru tersebut, terdapat beberapa orang yang juga menderita penyakit diabetes melitus.

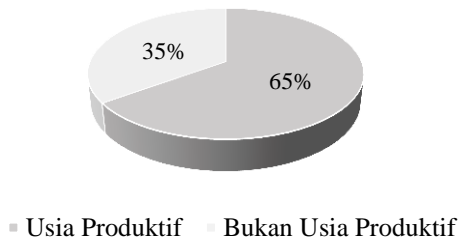


Gambar 4.2 Persentase Jumlah Penderita Diabetes Melitus

Jumlah penderita tuberkulosis paru yang juga menderita diabetes terlihat hanya sebagian kecil dari total responden keseluruhan seperti yang disajikan pada Gambar 4.2. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat dari 120 responden hanya sebanyak 14 orang atau sebesar 12% nya, penderita tuberkulosis paru di Kota Surabaya yang juga menderita diabetes melitus. Selanjutnya diberikan deskripsi karakteristik penderita tuberkulosis paru dan juga diabetes di Kota Surabaya berdasarkan faktor-faktor yang diduga dapat mempengaruhi kedua penyakit tersebut.

4.1.1 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Usia

Pada variabel usia dikategorikan menjadi dua yaitu usia produktif dan bukan usia produktif. Berikut diberikan karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya berdasarkan faktor usia.



Gambar 4.3 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Usia

Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa lebih dari setengah penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus merupakan penduduk yang berusia produktif, yaitu berusia 15 sampai 50 tahun dengan persentase sebesar 65%. Kemudian diberikan *crosstab* antara faktor usia dengan jenis tuberkulosis paru dan diabetes sebagai berikut.

Tabel 4.1 *Crosstab* Faktor Usia dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

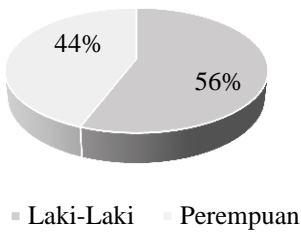
Usia	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Usia Produktif	1 (2%)*	25 (50%)	10 (14%)	42 (60%)	78 (65%)
Bukan Produktif	3 (6%)	21 (42%)	0 (0%)	18 (26%)	42 (35%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

*)Persentase berdasarkan total kolom jenis tuberkulosis paru

Hasil *crosstab* pada Tabel 4.1 dapat diketahui setengah dari penderita tuberkulosis paru, baik penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan juga BTA positif merupakan penduduk dengan usia produktif. Hal yang sama ditunjukkan pada penderita tuberkulosis paru BTA positif dan diabetes melitus, yaitu seluruh penderita merupakan penduduk yang berusia produktif, tetapi pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan diabetes melitus hanya terdapat satu orang yang berusia produktif.

4.1.2 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin

Proporsi penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya berdasarkan faktor jenis kelamin dapat dijelaskan menggunakan *pie chart* sebagai berikut.



Gambar 4.4 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin

Lebih dari setengah responden penderita tuberkulosis paru dan diabetes terjadi pada penduduk yang berjenis kelamin laki-laki. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.4, banyaknya penderita kedua penyakit yang berjenis kelamin laki-laki adalah 56%. Tabulasi silang untuk kedua penyakit berdasarkan jenis kelamin diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.2 Crosstab Faktor Jenis Kelamin dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

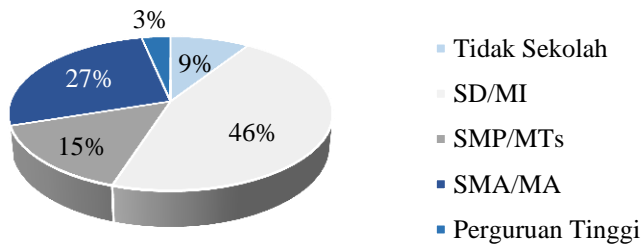
Jenis Kelamin	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Laki-Laki	2 (4%)	20 (40%)	3 (4,29%)	42 (60%)	67 (55,83%)
Perempuan	2 (4%)	26 (52%)	7 (10%)	18 (25,71%)	53 (44,17%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif setengahnya merupakan berjenis kelamin perempuan, tetapi yang disertai dengan

diabetes memiliki persentase yang sama untuk jenis kelamin laki-laki dan perempuan sebesar 4%, sedangkan lebih dari setengah penderita tuberkulosis paru BTA positif berjenis kelamin laki-laki dengan persentase sebesar 60%.

4.1.3 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Pendidikan Terakhir

Karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus di Kota Surabaya berdasarkan faktor pendidikan terakhir, dimana terbagi menjadi lima kategori yaitu tidak sekolah, SD/MI, SMP/MTs, SMA/MA dan juga perguruan tinggi disajikan pada diagram lingkaran sebagai berikut.



Gambar 4.5 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Pendidikan Terakhir

Pendidikan terakhir yang dimiliki oleh penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus sebagian besar adalah lulusan SD, yang ditunjukkan dengan persentase sebesar 46%. Kemudian sebesar 27% penderita tuberkulosis paru dan diabetes melitus memiliki pendidikan terakhir SMA, sedangkan yang pendidikan terakhirnya perguruan tinggi memiliki persentase paling kecil, yaitu 3%. Selanjutnya tabulasi silang antara pendidikan terakhir dengan jenis tuberkulosis paru dan diabetes diberikan pada Tabel 4.3.

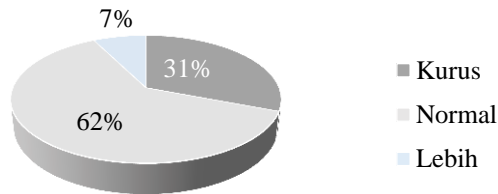
Tabel 4.3 Crosstab Faktor Pendidikan Terakhir dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Pendidikan Terakhir	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Tidak Sekolah	1 (2%)	3 (6%)	0 (0%)	7 (10%)	11 (9,17%)
SD/MI	1 (2%)	21 (42%)	5 (7,14%)	28 (40%)	55 (45,83%)
SMP/Mts	0 (0%)	8 (16%)	2 (2,85%)	8 (11,42%)	18 (15%)
SMA/MA	2 (4%)	14 (28%)	3 (4,28%)	13 (18,57%)	32 (26,67%)
PT/Sederajat	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (5,71%)	4 (3,33%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes berdasarkan pendidikan terakhir yang diberikan pada Tabel 4.3, dapat diketahui hampir setengah penderita tuberkulosis paru baik BTA negatif maupun BTA positif memiliki pendidikan terakhir SD/MI. Pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif disertai diabetes sebesar 4% atau sebanyak dua orang yang memiliki pendidikan terakhir SD, sedangkan untuk penderita tuberkulosis paru BTA positif disertai diabetes hampir setengahnya, yaitu sebanyak lima orang atau sebesar 7,14% memiliki pendidikan terakhir SMA.

4.1.4 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Status Gizi S

Perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat digunakan untuk mengetahui status gizi seseorang. Menurut Departemen Kesehatan Indonesia, klasifikasi status gizi berdasarkan IMT dapat terbagi menjadi tiga, yaitu gizi kurang, gizi normal, dan juga gizi lebih. Jumlah masing-masing klasifikasi status gizi pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes diberikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Status Gizi

Sebagian besar penderita tuberkulosis paru dan diabetes berada pada status gizi normal yaitu sebesar 62%, sedangkan paling sedikit, sebesar 7% memiliki status gizi lebih atau dapat dikatakan obesitas. Secara lebih detail karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes dapat disajikan menggunakan tabulasi silang sebagai berikut.

Tabel 4.4 *Crosstab* Faktor Status Gizi dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

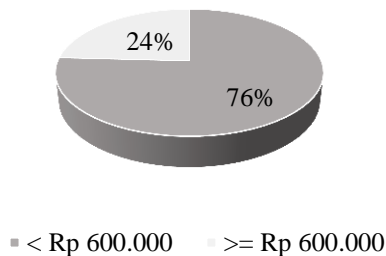
Status Gizi	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Kurus	0 (0%)	18 (36%)	2 (2,85%)	17 (24,28%)	37 (30,83%)
Normal	4 (8%)	26 (52%)	7 (10%)	37 (52,85%)	74 (61,67%)
Lebih	0 (0%)	2 (4%)	1 (1,42%)	6 (8,57%)	9 (7,5%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada penderita tuberkulosis paru baik jenis BTA negatif maupun BTA positif memiliki status gizi normal. Hal yang sama terjadi

pada penderita tuberkulosis paru yang disertai diabetes, yaitu hampir seluruh penderita berada pada status gizi normal. Pada umumnya penderita diabetes memiliki status gizi lebih atau obesitas, tetapi pada penderita diabetes hanya terdapat satu orang yang memiliki status gizi lebih yaitu pada penderita tuberkulosis paru BTA positif.

4.1.5 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Penghasilan Kepala Keluarga

Kesejahteraan keluarga dapat diukur berdasarkan penghasilan yang diperoleh tiap bulannya. Penghasilan kepala keluarga yang besar, maka akan dapat mencukupi kebutuhan keluarga. Besarnya penghasilan kepala keluarga per bulan dikategorikan menjadi dua yaitu kurang dari Rp 600.000 dan lebih dari Rp 600.000.



Gambar 4.7 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Penghasilan Kepala Keluarga

Sebagian besar penghasilan kepala keluarga per bulan pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes yaitu kurang dari Rp 600.000 atau tergolong sebagai keluarga kurang mampu. Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa tuberkulosis paru lebih banyak menyerang penduduk ekonomi lemah.

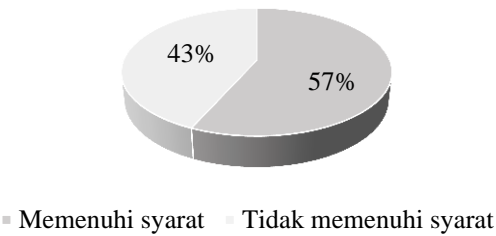
Tabel 4.5 *Crosstab* Faktor Penghasilan Kepala Keluarga dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Penghasilan Kepala Keluarga/bulan	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
< Rp 600.000	3 (6%)	36 (72%)	7 (10%)	45 (64,29%)	91 (75,83%)
>= Rp 600.000	1 (2%)	10 (20%)	3 (4,29%)	15 (21,42%)	29 (24,17%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Crosstab antara jumlah penderita tuberkulosis paru, diabetes dan faktor penghasilan kepala keluarga yang diberikan pada Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa lebih dari setengah penderita tuberkulosis paru dan diabetes memiliki penghasilan kepala keluarga per bulan yang kurang dari 600.000. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penghasilan kepala keluarga yang kurang dari 600.000 untuk penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan diabetes yaitu 6%, sedangkan untuk penderita tuberkulosis paru BTA positif dan diabetes yaitu sebesar 10%.

4.1.6 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kepadatan Hunian Rumah

Kepadatan hunian rumah yang baik atau memenuhi syarat yaitu apabila terdapat $8m^2$ untuk setiap orang dalam satu rumah. Kepadatan hunian rumah yang tidak memenuhi syarat dapat memudahkan berkembangnya bibit penyakit. Apabila dalam satu rumah terdapat seseorang yang terinfeksi suatu penyakit menular, maka penyakit tersebut akan cepat menular. Banyaknya kepadatan hunian yang memenuhi syarat dan tidak, pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes diberikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kepadatan hunian

Rumah yang dihuni atau ditempati dan dimiliki oleh penderita tuberkulosis paru dan diabetes sebesar 43% tidak memenuhi syarat. Jumlah penderita tuberkulosis paru dan diabetes berdasarkan kepadatan hunian rumah dapat diketahui secara lebih detail dengan *crosstab* pada Tabel 4.6.

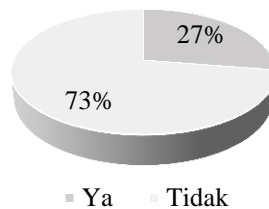
Tabel 4.6 *Crosstab* Faktor Kepadatan Hunian Rumah dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Kepadatan Hunian Rumah	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Memenuhi syarat	0 (0%)	19 (38%)	7 (10%)	42 (60%)	68 (56,67%)
Tidak Memenuhi Syarat	4 (8%)	27 (54%)	3 (4,28%)	18 (25,71%)	52 (43,33%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Berdasarkan *crosstab* dapat diketahui lebih dari setengah penderita tuberkulosis paru BTA negatif memiliki hunian rumah yang tidak memenuhi syarat, begitu juga untuk penderita yang disertai diabetes. Hal yang berkebalikan terjadi pada penderita tuberkulosis paru BTA positif, dimana lebih dari setengah penderita memiliki kepadatan hunian rumah memenuhi syarat.

4.1.7 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kebiasaan Merokok

Pola perilaku gaya hidup yang tidak baik dapat menimbulkan berbagai bibit penyakit. Pola perilaku kebiasaan yang tidak baik yaitu salah satunya kebiasaan merokok. Berikut diberikan persentase kebiasaan merokok pada penderita penyakit tuberkulosis dan diabetes.



Gambar 4.9 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kebiasaan Merokok

Berdasarkan gambar Gambar 4.9 dapat diketahui hanya sekitar seperempat penderita tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya memiliki kebiasaan merokok, yang ditunjukkan dengan persentase sebesar 27%. Karakteristik penderita tuberkulosis, diabetes dan yang memiliki kebiasaan merokok disajikan dalam bentuk *crosstab* berikut.

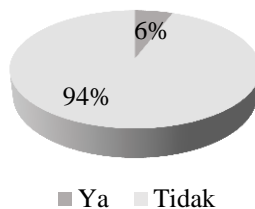
Tabel 4.7 *Crosstab* Faktor Kebiasaan Merokok dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Kebiasaan Merokok	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Ya	3 (6%)	13 (26%)	2 (2,85%)	15 (21,42%)	33 (27,5%)
Tidak	1 (2%)	33 (66%)	8 (11,42%)	45 (64,28)	87 (72,5%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan diabetes, hampir seluruhnya memiliki kebiasaan merokok dengan persentase sebesar 6%. Hal ini berkebalikan dengan penderita tuberkulosis paru BTA positif dan diabetes, yaitu hanya sebesar 2,85% yang memiliki kebiasaan merokok.

4.1.8 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Konsumsi Alkohol

Kebiasaan pola perilaku atau gaya hidup yang tidak sehat selain kebiasaan merokok yaitu kebiasaan mengonsumsi alkohol, dimana kebiasaan mengonsumsi alkohol akan dapat menurunkan fungsi imun tubuh, sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit termasuk tuberkulosis paru dan diabetes. Persentase jumlah penderita tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya yang memiliki kebiasaan mengonsumsi alkohol diberikan sebagai berikut.



Gambar 4.10 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Konsumsi Alkohol

Penderita tuberkulosis paru dan diabetes yang memiliki kebiasaan mengonsumsi alkohol yaitu hanya sebagian kecil, dengan persentase sebesar 6%. Hal ini menunjukkan penderita tuberkulosis paru dan diabetes memiliki kebiasaan pola hidup yang cukup baik. Banyaknya penderita tuberkulosis paru disertai dengan diabetes dan kebiasaan konsumsi alkohol dapat ditunjukkan dengan menggunakan *crosstab* yang diberikan pada Tabel 4.8

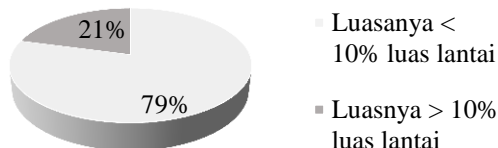
Tabel 4.8 *Crosstab* Faktor Konsumsi Alkohol dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Konsumsi Alkohol	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Ya	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (8,57%)	7 (5,83%)
Tidak	3 (6%)	46 (92%)	10 (14,28%)	54 (77,14%)	113 (94,17%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan BTA positif sertadan diabetes hanya sebagian kecil yang memiliki kebiasaan mengkonsumsi alkohol, yaitu hanya sebesar 2% pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif, sedangkan pada penderita tuberkulosis paru BTA positif dan diabetes tidak terdapat yang mengkonsumsi alkohol.

4.1.9 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Ventilasi Rumah

Ketersediaan ventilasi rumah merupakan salah satu syarat rumah sehat karena sebagai sarana sirkulasi udara, sehingga apabila suatu rumah terdapat ventilasi yang baik maka udara disekitar yang dihirup akan lebih baik. Syarat ventilasi rumah yang memenuhi syarat adalah terdapat minimal 10% dari luas lantai.



Gambar 4.11 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Ventilasi Rumah

Karakteristik penderita pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa lebih dari setengah penderita tuberkulosis paru dan diabetes memiliki ventilasi rumah yang luasnya kurang dari 10% luas lantai, yang ditunjukkan dengan persentase sebesar 79%. Hal ini menunjukkan masih banyak rumah yang tidak memenuhi syarat rumah sehat. Tabulasi silang antara jumlah penderita tuberkulosis paru, diabetes berdasarkan faktor keadaan ventilasi rumah diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.9 *Crosstab* Faktor Ventilasi Rumah dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

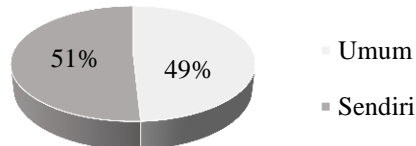
Ventilasi Rumah	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Luasnya <10% dari luas lantai	3 (6%)	34 (68%)	8 (11,42%)	50 (71,42%)	95 (79,17%)
Luasnya \geq 10% dari luas lantai	1 (2%)	12 (24%)	2 (2,85%)	10 (14,28%)	25 (20,83%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada penderita tuberkulosis paru baik jenis BTA negatif dan BTA positif di Kota Surabaya, hampir seluruhnya memiliki rumah dengan luas ventilasi yang kurang dari 10% luas lantai. Begitu juga pada penderita tuberkulosis paru yang disertai dengan diabetes. Hal tersebut menyebabkan pertukaran udara tidak baik, sehingga rumah menjadi kurang sehat.

4.1.10 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Melitus di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Kepemilikan WC

Syarat rumah sehat selain kepadatan hunian yang memenuhi syarat dan terdapat ventilasi minimal 10% dari luas lantai, kepemilikan WC atau jamban merupakan salah satu syarat rumah

sehat. Karena dengan memiliki WC sendiri maka dapat mengurangi timbulnya bibit penyakit. Persentase kepemilikan WC pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes diberikan sebagai berikut.



Gambar 4.12 Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru dan Diabetes Berdasarkan Faktor Kepemilikan WC

Persentase kepemilikan WC pada penderita tuberkulosis paru dan diabetes yang diberikan pada Gambar 4.12 dapat diketahui sebesar 51% telah memiliki WC atau jamban sendiri, tetapi penderita kedua penyakit ini yang memiliki WC secara bersama atau umum juga cukup besar hampir mencapai setengah dari total penderita, yakni 49%.

Tabel 4.10 Crosstab Faktor Kepemilikan WC dengan Jenis Tuberkulosis Paru dan Diabetes

Kepemilikan WC	TB Paru BTA-		TB Paru BTA+		Total
	Diabetes	Tidak	Diabetes	Tidak	
Umum	0 (0%)	14 (28%)	7 (10%)	38 (54,28%)	59 (49,17%)
Sendiri	4 (8%)	32 (64%)	3 (4,28%)	22 (31,42%)	61 (50,83%)
Total	50 (100%)		70 (100%)		120 (100%)

Pada penderita tuberkulosis paru BTA negatif dan diabetes seluruhnya telah memiliki WC sendiri. Hal ini berbeda dengan penderita tuberkulosis paru BTA positif disertai diabetes, karena sebagian besar memiliki WC secara bersama-sama atau umum, yaitu dengan persentase sebesar 10%.

4.2 Pemodelan Kasus Tuberkulosis dan Diabetes di Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Biner Bivariat

Pemodelan menggunakan regresi logistik biner bivariat pada kasus tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga dapat berpengaruh terhadap tuberkulosis dan diabetes. Sebelum memperoleh model, dilakukan pengujian independensi antara variabel respon, serta uji independensi antara variabel respon dan variabel prediktor.

4.2.1 Pengujian Independensi Antar Variabel Respon

Pengujian independensi antara variabel respon, yaitu tuberkulosis paru (Y_1) dan diabetes (Y_2) dilakukan untuk mengetahui apakah antar variabel respon terdapat hubungan, hal ini bertujuan sebagai syarat untuk melakukan pemodelan secara bivariat. Hasil pengujian independensi antara kedua variabel respon diperoleh nilai korelasi Pearson Chi-Square sebesar 1,118 dan *p-value* sebesar 0,290. Nilai Chi-Square tabel dengan derajat bebas 1 pada taraf signifikan $\alpha = 5\%$ yaitu 3,841, karena korelasi pearson chi-square kurang dari nilai tabel, maka diperoleh keputusan tolak H_0 yang berarti tidak terdapat hubungan antara tuberkulosis paru dan diabetes. Hal ini juga ditunjukkan dengan *p-value* lebih besar dari nilai $\alpha = 5\%$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kedua variabel respon, tetapi tetap dilakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial untuk mengetahui apakah terdapat variabel yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit tuberkulosis paru dan diabetes.

4.2.2 Pengujian Signifikansi Parameter Bivariat

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit tuberkulosis dan diabetes di Kota Surabaya secara bivariat.

Tabel 4.11 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Logistik Biner Bivariat

Variabel	Parameter	Koefisien	Std. Error	Z	P-Value
Usia	β_{01}	1,674	2,566	0,652	0,514
	β_{02}	1,049	4,886	0,215	0,830
	γ_0	-30,360	103600	0,000	1,000
	β_{11}	-0,981	2,532	-0,387	0,698
	β_{12}	0,758	4,854	0,156	0,876
	γ_1	28,580	103600	0,000	1,000
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = $1,637 \times 10^{-11}$; df = 0					
Jenis Kelamin	β_{01}	1,545	0,589	2,624	0,009
	β_{02}	3,448	0,999	3,451	0,001
	γ_0	2,293	2,089	1,098	0,272
	β_{11}	-0,829	0,379	-2,189	0,029
	β_{12}	-0,931	0,592	-1,573	0,116
	γ_1	-1,957	1,282	-1,526	0,127
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = $-1,03 \times 10^{-14}$; df = 0					
Pendidikan Terakhir	β_{01}	0,448	0,505	0,887	0,375
	β_{02}	2,259	0,786	2,874	0,004
	γ_0	-0,403	1,718	-0,235	0,815
	β_{11}	-0,041	0,174	-0,238	0,812
	β_{12}	-0,086	0,265	-0,325	0,745
	γ_1	-0,091	0,581	-0,156	0,876
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = 12,324 ; df = 9					
Status Gizi	β_{01}	-0,386	0,597	-0,646	0,518
	β_{02}	3,117	0,997	3,125	0,002
	γ_0	-2,986	2,463	-1,212	0,225
	β_{11}	0,411	0,325	1,264	0,206
	β_{12}	-0,597	0,499	-1,197	0,231
	γ_1	1,253	1,192	1,052	0,293
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = 3,2353 ; df = 3					
Penghasilan Kepala Keluarga per bulan	β_{01}	0,083	0,571	0,145	0,885
	β_{02}	2,351	0,860	2,734	0,006
	γ_0	-0,555	1,899	-0,292	0,770
	β_{11}	0,205	0,437	0,468	0,640
	β_{12}	-0,259	0,634	-0,409	0,683
	γ_1	-0,069	1,423	-0,048	0,961
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = $1,044 \times 10^{-14}$; df = 0					
Kepadatan Hunian Rumah	β_{01}	2,284	4,065	0,562	0,574
	β_{02}	2,469	6,002	0,411	0,681
	γ_0	-53,830	162800	0,000	1,000
	β_{11}	-1,337	2,047	-0,653	0,514
	β_{12}	-0,304	3,022	-0,101	0,920
	γ_1	26,860	81380	0,000	1,000
<i>Likelihood Ratio Test</i> (G) = $1,247 \times 10^{-11}$; df = 0					

Tabel 4.11 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Logistik Biner Bivariat (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Koefisien	Std. Error	Z	P-Value
Kebiasaan Merokok	β_{01}	-0,323	0,731	-0,442	0,659
	β_{02}	1,286	1,033	1,245	0,213
	γ_0	2,866	2,255	1,271	0,204
	β_{11}	0,383	0,412	0,931	0,352
	β_{12}	0,437	0,600	0,728	0,466
	γ_1	-2,318	1,468	-1,579	0,114
<i>Likelihood Ratio Test (G) = -1,274x10⁻¹⁴; df = 0</i>					
Konsumsi Alkohol	β_{01}	3,3165	128,0089	0,026	0,979
	β_{02}	1,5434	128,0091	0,012	0,990
	γ_0	62,4774	3987,8233	0,016	0,988
	β_{11}	-1,5247	64,0047	-0,024	0,981
	β_{12}	0,2484	64,0051	0,004	0,997
	γ_1	-31,7605	1993,9117	-0,016	0,987
<i>Likelihood Ratio Test (G) = -2,123x10⁻⁶; df = 0</i>					
Ventilasi Rumah	β_{01}	0,979	0,581	1,686	0,092
	β_{02}	2,073	0,889	2,333	0,020
	γ_0	-0,315	-1,927	0,163	0,870
	β_{11}	-0,530	-0,452	1,171	0,242
	β_{12}	-0,040	-0,694	0,058	0,954
	γ_1	-0,280	-1,480	0,189	0,850
<i>Likelihood Ratio Test (G) = -1,305x10⁻¹⁴; df = 0</i>					
Kepemilikan WC	β_{01}	2,700	4,553	0,593	0,553
	β_{02}	1,968	5,993	0,328	0,743
	γ_0	-53,520	174700	0,000	1,000
	β_{11}	-1,532	2,287	-0,670	0,503
	β_{12}	0,038	3,017	0,013	0,990
	γ_1	26,720	87370	0,000	1,000
<i>Likelihood Ratio Test (G) = 1,258x10⁻¹¹; df = 0</i>					

Hasil pengujian signifikansi parameter yang dilakukan pada sepuluh variabel prediktor, yaitu usia, jenis kelamin, penghasilan kepala keluarga per bulan, kepadatan hunian rumah, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, keadaan ventilasi rumah, dan kepemilikan WC yang disajikan pada Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa hampir semua variabel memiliki statistik uji dan df yang sangat kecil. Kemudian untuk variabel pendidikan terakhir dan status gizi memiliki statistik uji yang kurang dari nilai tabel, yaitu 12,324 kurang dari 16,919 dan 3,325 kurang dari

7,815 sehingga tidak terdapat variabel yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit tuberkulosis paru dan diabetes. Selanjutnya untuk mengidentifikasi banyaknya variabel yang tidak signifikan, maka dilakukan pemodelan secara univariat untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor terhadap masing-masing variabel respon, yaitu tuberkulosis paru dan diabetes.

4.3 Pemodelan Menggunakan Regresi Logistik Biner

Pemodelan menggunakan regresi logistik biner secara univariat ini dilakukan pada masing-masing variabel respon, yaitu tuberkulosis paru dan diabetes. Sebelumnya dilakukan pengujian independensi antara masing-masing variabel respon dan seluruh variabel prediktor.

4.3.1 Uji Independensi

Pengujian independensi dilakukan untuk mengetahui apakah antara masing-masing variabel respon memiliki hubungan dengan sepuluh variabel prediktor, yang diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.12 Uji Independensi Variabel Respon dan Variabel Prediktor

Variabel	Tuberkulosis Paru		Diabetes	
	<i>P-Value</i>	Keterangan	<i>P-Value</i>	Keterangan
Usia	0,012	Dependen	0,257	Independen
Jenis Kelamin	0,027	Dependen	0,107	Independen
Pendidikan Terakhir	0,403	Independen	0,891	Independen
Status Gizi	0,336	Independen	0,342	Independen
Penghasilan Kepala Keluarga per Bulan	0,639	Independen	0,682	Independen
Kepadatan Hunian Rumah	0,000	Dependen	0,592	Independen
Kebiasaan Merokok	0,351	Independen	0,464	Independen
Konsumsi Alkohol	0,130	Independen	0,824	Independen
Ventilasi	0,239	Independen	0,953	Independen
Kepemilikan WC	0,000	Dependen	0,947	Independen

Hasil pengujian independensi antara variabel respon tuberkulosis paru dan variabel prediktor diperoleh bahwa terdapat tiga variabel yang memiliki hubungan, yaitu usia, jenis kelamin, kepadatan hunian rumah dan kepemilikan WC yang ditunjukkan dengan *p-value* kurang dari 0,05, sedangkan untuk variabel respon diabetes diperoleh *p-value* lebih dari 0,05. Berdasarkan identifikasi awal didapatkan tidak terdapat hubungan antara variabel prediktor dengan diabetes, tetapi tetap akan dilakukan pemodelan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel prediktor.

4.3.2 Deteksi Multikolinieritas

Setelah melakukan pengujian independensi antara variabel respon dan variabel prediktor, kemudian dilakukan deteksi multikolinieritas yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel prediktor. Uji yang digunakan untuk mengetahui hubungan tersebut yaitu uji independensi, dengan korelasi Pearson Chi-Square dikarenakan variabel prediktor pada penelitian ini merupakan kategorik, dimana hasil deteksi multikolinieritas diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.13 Deteksi Multikolinieritas

Variabel	Keterangan	X2	X3	X4	X5	X6
X1	Chi-Square	0,045	15,845	4,836	1,623	0,483
	df	1	4	2	1	1
	<i>P-value</i>	0,832	0,003	0,089	0,203	0,487
X2	Chi-Square		5,678	0,755	0,12	1,211
	df		4	2	1	1
	<i>P-value</i>		0,225	0,685	0,729	0,271
X3	Chi-Square			14,409	4,909	13,690
	df			8	4	4
	<i>P-value</i>			0,072	0,297	0,008
X4	Chi-Square				1,651	0,61
	df				2	2
	<i>P-value</i>				0,438	0,737
X5	Chi-Square					1,22
	df					1
	<i>P-value</i>					0,269

Tabel 4.13 Deteksi Multikolinieritas (Lanjutan)

Variabel	Keterangan	X7	X8	X9	X10
X1	Chi-Square	1,103	1,402	0,347	1,953
	df	1	1	1	1
	<i>P-value</i>	0,294	0,236	0,556	0,162
X2	Chi-Square	0,344	0,733	0,188	1,170
	df	1	1	1	1
	<i>P-value</i>	0,557	0,392	0,664	0,279
X3	Chi-Square	2,62	1,815	15,812	11,856
	df	4	4	4	4
	<i>P-value</i>	0,623	0,77	0,003	0,018
X4	Chi-Square	1,333	1,231	0,803	1,619
	df	2	2	2	2
	<i>P-value</i>	0,513	0,54	0,669	0,445
X5	Chi-Square	0,000	0,396	0,000	0,1
	df	1	1	1	1
	<i>P-value</i>	0,99	0,529	0,983	0,752
X6	Chi-Square	0,083	0,66	3,024	28,812
	df	1	1	1	1
	<i>P-value</i>	0,773	0,417	0,082	0,000
X7	Chi-Square		7,195	0,194	0,008
	df		1	1	1
	<i>P-value</i>		0,007	0,660	0,927
X8	Chi-Square			1,956	0,189
	df			1	1
	<i>P-value</i>			0,162	0,664
X9	Chi-Square				6,587
	df				1
	<i>P-value</i>				0,010

Deteksi multikolinieritas yang diberikan pada Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa variabel prediktor yang saling berhubungan atau terdapat multikolinieritas, yaitu pada variabel Usia (X1) dan pendidikan terakhir (X3), pendidikan terakhir (X3) dan kepadatan hunian rumah (X6), pendidikan terakhir (X3) dan keadaan ventilasi (X9), pendidikan terakhir (X3) dan kepemilikan WC (X10), kepadatan hunian rumah (X6) dan kepemilikan WC

keadaan ventilasi (X9) dan kepemilikan WC (X10). Selanjutnya dilakukan identifikasi pada masing-masing variabel respon dengan melakukan pemodelan secara univariat.

4.3.3 Pemodelan Univariat Pada Variabel Respon Tuberkulosis Paru

Pemodelan secara univariat pada variabel respon tuberkulosis paru dan menggunakan sepuluh variabel prediktor, diawali dengan melakukan pengujian signifikansi parameter yang meliputi uji secara serentak dan juga parsial.

1. Pengujian Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter meliputi uji serentak dan uji parsial yang bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor apa saja yang dapat berpengaruh terhadap penyakit tuberkulosis paru yang diberikan sebagai berikut.

a. Uji Serentak

Uji serentak digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap kasus penyakit tuberkulosis paru secara bersama-sama atau simultan. Hasil yang diperoleh yaitu Chi-Square sebesar 48,648 pada derajat bebas atau *degrees of freedom* (df) 14 dan *p-value* sebesar 0,0000. *P-value* yang diperoleh kurang dari $\alpha = 5\%$. Hal ini berarti bahwa paling tidak terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap kasus penyakit tuberkulosis paru.

b. Uji Parsial

Setelah dilakukan uji serentak dan diperoleh hasil terdapat paling tidak satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan, maka selanjutnya dilakukan uji parsial. Pengujian secara parsial ini bertujuan untuk mengetahui apakah dari masing-masing variabel prediktor berpengaruh signifikan secara individu atau parsial terhadap jenis penyakit tuberkulosis paru di Kota Surabaya, dengan hasil diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.14 Uji Parsial untuk Variabel Respon Tuberkulosis Paru

Variabel	Koefisien	Wald	<i>P-value</i>
(Intercept)	5,2580	6,5	0,011
Bukan Usia Produktif	-1,2166	4,3	0,039
Jenis Kelamin Perempuan	1,3339	6,8	0,009
Pendidikan Terakhir SD	-1,6264	2,6	0,110
Pendidikan Terakhir SMP	-1,9714	2,9	0,087
Pendidikan Terakhir SMA	-1,9473	2,9	0,091
Pendidikan Terakhir Diploma/Perguruan Tinggi	14,3341	0,000	0,99
Status Gizi Normal	0,3500	0,39	0,53
Status Gizi Lebih	1,0410	1,00	0,32
Penghasilan Kepala Keluarga \geq Rp 600,000 per bulan	0,6289	0,99	0,32
Kepadatan Hunian Rumah Memenuhi Syarat	-0,6201	1,20	0,28
Tidak Kebiasaan Merokok	0,3922	0,52	0,47
Tidak Konsumsi Alkohol	-1,3738	0,73	0,39
Ventilasi Rumah luasnya \geq 10% dari luas lantai	-1,5536	5,90	0,015
Kepemilikan WC Sendiri	-1,9141	9,80	0,001

Hasil pengujian parameter secara parsial untuk variabel respon tuberkulosis paru menggunakan *reference first category* yang diberikan pada Tabel 4.14 menunjukkan terdapat beberapa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jenis penyakit tuberkulosis paru, yang ditunjukkan dengan *p-value* kurang dari $\alpha=5\%$. Variabel tersebut adalah usia, jenis kelamin, keadaan ventilasi rumah dan kepemilikan WC.

2. Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor

Pengujian parameter pada masing-masing variabel prediktor bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap penyakit tuberkulosis paru di Kota Surabaya secara satu per satu, yang diberikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor

Variabel	Koefisien	Wald	<i>P-value</i>
(Intercept)	0,693	8,3	0,0039
Bukan Usia Produktif	-0,9808	6,2	0,0127
(Intercept)	0,7156	7,6	0,0059
Jenis Kelamin Perempuan	-0,8289	4,8	0,0290
(Intercept)	0,5596	0,80	0,372
Pendidikan Terakhir SD	-0,1542	0,05	0,822
Pendidikan Terakhir SMP	-0,3365	0,18	0,669
Pendidikan Terakhir SMA	-0,5596	0,60	0,437
Pendidikan Terakhir Diploma/Perguruan Tinggi	16,0065	0,00	0,989
(Intercept)	0,05407	0,02	0,869
Status Gizi Normal	0,32893	0,66	0,417
Status Gizi Lebih	1,19870	1,90	0,167
(Intercept)	0,2877	1,80	0,174
Penghasilan Kepala Keluarga \geq Rp 600,000/ bulan	0,2048	0,22	0,640
(Intercept)	0,974	12,30	0,00046
Kepadatan Hunian Rumah Memenuhi Syarat	-1,3368	11,7	0,00063
(Intercept)	0,06062	0,03	0,86
Tidak Kebiasaan Merokok	0,38331	0,87	0,35
(Intercept)	1,792	2,8	0,097
Tidak Konsumsi Alkohol	-1,525	1,9	0,16
(Intercept)	0,4495	4,6	0,0326
Ventilasi Rumah luasnya \geq 10% dari luas lantai	-0,5296	1,4	0,2416
(Intercept)	1,1676	14,6	0,000136
Kepemilikan WC Sendiri	-1,5322	14,5	0,000137

Parameter yang diperoleh secara univariabel atau pada masing-masing variabel prediktor yaitu usia, jenis kelamin, penghasilan kepala keluarga per bulan, pendidikan terakhir, status gizi, kepadatan hunian rumah, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, keadaan ventilasi rumah, dan kepemilikan WC secara satu per satu, menunjukkan dari sepuluh variabel prediktor terdapat empat

variabel yang berpengaruh signifikan. Variabel tersebut adalah usia, jenis kelamin, kepadatan hunian rumah, dan kepemilikan WC yang ditunjukkan dengan *p-value* kurang dari $\alpha=5\%$.

3. Seleksi Model Terbaik

Setelah dilakukan uji signifikansi parameter secara parsial dan uji signifikansi parameter secara satu per satu, diperoleh hasil variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jenis tuberkulosis paru. Pada pengujian secara parsial dan pengujian parameter yang dilakukan secara satu persatu terdapat empat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan. Hasil tersebut memiliki perbedaan, selain itu juga masih terdapat variabel yang tidak berpengaruh signifikan. Seleksi model terbaik dapat dilakukan untuk mengatasinya, yaitu memperoleh variabel yang berpengaruh signifikan.

Pada seleksi model terbaik menggunakan *backward elimination*, yaitu dengan mengeluarkan variabel prediktor yang tidak signifikan secara bertahap, sehingga diperoleh model terbaik yang terdiri dari variabel usia, jenis kelamin, kepadatan hunian rumah, keadaan ventilasi rumah, dan kepemilikan WC sebagai berikut.

Tabel 4.16 Seleksi Model Terbaik

Variabel	Koefisien	<i>P-value</i>	OR	<i>Confidence Interval</i>	
				<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
(Intercept)	2,9596	0,000	19,290		
Bukan Usia Produktif	-0,9466	0,039	0,388	0,154	0,943
Jenis Kelamin Perempuan	-1,3546	0,0038	0,258	0,098	0,627
Kepadatan Hunian Rumah Memenuhi Syarat	-1,0812	0,030	0,339	0,124	0,894
Ventilasi Rumah luasnya \geq 10% dari luas lantai	-1,2824	0,027	0,277	0,084	0,836
Kepemilikan WC Sendiri	-1,6000	0,0031	0,201	0,066	0,561

Setelah melakukan seleksi model terbaik dan diperoleh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jenis tuberkulosis paru, maka masing-masing variabel dapat dijelaskan berdasarkan

nilai *odds ratio* yang diperoleh. Penderita tuberkulosis paru yang berusia produktif memiliki peluang terkena tuberkulosis paru jenis BTA negatif sebesar $(1/0,388) = 2,57$ kali lebih besar dibandingkan penduduk yang bukan berusia produktif. Penderita yang berjenis kelamin laki-laki cenderung terkena tuberkulosis paru BTA negatif sebesar $(1/0,258) = 3,87$ kali lebih besar dibandingkan dengan penderita perempuan.

Keadaan lingkungan rumah atau tempat tinggal yang kurang sehat dapat memudahkan bakteri tuberkulosis berkembang biak. Rumah yang baik yaitu yang memiliki kepadatan hunian $8m^2$ tiap orang, memiliki ventilasi rumah minimal 10% dari luas lantai, serta memiliki WC atau jamban sendiri. Penderita yang memiliki kepadatan hunian rumah yang tidak memenuhi syarat cenderung terkena tuberkulosis paru BTA negatif $(1/0,339) = 2,94$ kali lebih besar dibandingkan dengan rumah dengan kepadatan yang memenuhi syarat. Kemudian, rumah dengan ventilasi kurang 10% dari luas lantai cenderung terkena tuberkulosis paru BTA negatif sebesar $(1/0,277) = 3,61$ kali lebih besar dibandingkan dengan penderita tuberkulosis dengan rumah yang memiliki ventilasi minimal 10% dari luas lantai, serta penderita yang memiliki jamban atau WC secara umum cenderung terkena tuberkulosis paru BTA negatif sebesar $(1/0,201) = 4,97$ kali lebih besar daripada penderita yang memiliki WC sendiri.

Variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jenis tuberkulosis paru yang telah diperoleh, dapat dibentuk suatu model yang dapat menjelaskan mengenai penyakit tuberkulosis paru di Kota Surabaya yang diberikan sebagai berikut.

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(\hat{g}(x))}{1 + \exp(\hat{g}(x))}$$

dengan

$$\begin{aligned} \hat{g}(x) = & 2,9596 - 0,9466\text{usia}(2) - 1,3546\text{JenisKelamin}(2) - \\ & 1,0812\text{Kepadatan Hunian Rumah}(2) - \\ & 1,2824\text{Ventilasi Rumah}(2) - 1,6000\text{Kepemilikan WC}(2) \end{aligned}$$

Melalui model $\hat{\pi}(x)$ yang telah terbentuk, maka peluang penderita tuberkulosis paru yang terkena tuberkulosis paru jenis BTA negatif yang bukan berusia produktif, berjenis kelamin perempuan, kepadatan hunian rumah memenuhi syarat, terdapat ventilasi rumah yang luasnya lebih dari 10% luas lantai, serta memiliki WC sendiri dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\hat{g}(x) = 2,9596 - 0,9466(2) - 1,3546(2) - 1,0812(2) - 1,2824(2) - 1,6000(2)$$

$$\begin{aligned}\hat{g}(x) &= 2,9596 - 1,8932 - 2,7092 - 2,1624 - 2,5648 \\ &= -6,37\end{aligned}$$

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(\hat{g}(x))}{1 + \exp(\hat{g}(x))} = \frac{\exp(-6,37)}{1 + \exp(-6,37)} = 0,0017$$

Perhitungan nilai $\hat{\pi}(x)$ tersebut menunjukkan penderita tuberkulosis paru dengan kriteria bukan berusia produktif, berjenis kelamin perempuan, kepadatan hunian rumah memenuhi syarat, terdapat ventilasi rumah yang luasnya lebih dari 10% luas lantai, serta memiliki WC sendiri berpeluang terkena tuberkulosis paru BTA negatif sebesar 0,0017, sedangkan peluang terkena tuberkulosis paru BTA positif sebesar 0,9982 yang diberikan oleh perhitungan sebagai berikut.

$$1 - \hat{\pi}(x) = \frac{1}{1 + \exp(\hat{g}(x))} = \frac{1}{1 + \exp(-6,37)} = 0,9982$$

4. Ketepatan Klasifikasi

Ketepatan klasifikasi merupakan suatu evaluasi yang digunakan untuk mengetahui seberapa baik tingkat akurasi yang dihasilkan oleh suatu model yang telah terbentuk. Pada kasus ini akan diketahui besarnya akurasi yang dihasilkan oleh model yang menjelaskan mengenai pengelompokkan jenis penyakit tuberkulosis paru di Kota Surabaya.

Tabel 4.17 Tabel Klasifikasi

Aktual	Prediksi		Total
	TB BTA-	TB BTA+	
TB BTA-	39	11	50
TB BTA+	19	51	70

Klasifikasi yang dihasilkan oleh model yang telah terbentuk pada Tabel 4.17 dapat diketahui besarnya kesalahan klasifikasi dan juga besarnya akurasi yang diperoleh melalui perhitungan berikut.

$$\text{APER} = \frac{11 + 19}{120} \times 100\% = 25\%$$

.Kesalahan klasifikasi yang diperoleh menggunakan ukuran APER yaitu sebesar 25%, sehingga besarnya akurasi klasifikasi adalah $100\% - 25\% = 75\%$. Hal ini berarti suatu model yang terbentuk dapat dengan tepat mengklasifikasikan jenis penyakit tuberkulosis paru sebesar 75%

4.3.4 Pemodelan Univariat Pada Variabel Respon Diabetes

Pemodelan menggunakan regresi logistik biner secara univariat untuk variabel respon diabetes dilakukan untuk memperoleh faktor-faktor yang dapat berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes.

1. Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter yang meliputi uji serentak dan uji parsial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes secara serentak atau bersama-sama dan juga secara individu.

a. Uji Serentak

Pengujian secara serentak bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat paling tidak satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes. Hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak atau bersama-sama diperoleh

nilai Chi-Square sebesar 9,9598 pada derajat bebas 14, serta *p-value* yang diperoleh yaitu sebesar 0,7651. *P-value* tersebut lebih dari $\alpha = 5\%$, sehingga keputusan yang diperoleh adalah gagal tolak H_0 . Hal ini berarti tidak terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes secara serentak.

b. Uji Parsial

Setelah dilakukan uji secara serentak hasil yang diperoleh adalah tidak terdapat variabel yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes, maka selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah dari sepuluh variabel prediktor terdapat faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes secara individu, yang diberikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Uji Parsial untuk Variabel Respon Diabetes

Variabel	Koefisien	<i>P-value</i>	OR	<i>Confidence Interval</i>	
				<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
(Intercept)	3,225	0,083	25,148		
Bukan Usia Produktif	1,133	0,16	3,104	0,648	14,872
Jenis Kelamin Perempuan	-0,988	0,120	0,372	0,107	1,294
Pendidikan Terakhir SD	0,552	0,690	1,736	0,119	25,389
Pendidikan Terakhir SMP	0,002	1,000	1,002	0,057	17,645
Pendidikan Terakhir SMA	0,349	0,810	1,417	0,079	25,306
Pendidikan Terakhir Diploma/Perguruan Tinggi	15,060	0,990	3471162,1	0,000	NA
Status Gizi Normal	-1,460	0,094	0,232	0,042	1,281
Status Gizi Lebih	-0,910	0,510	0,402	0,027	6,070
Penghasilan Kepala Keluarga \geq Rp 600,000/ bulan	-0,546	0,460	0,579	0,138	2,434

Tabel 4.18 Uji Parsial untuk Variabel Respon Diabetes (Lanjutan)

Variabel	Koefisien	<i>P-value</i>	OR	<i>Confidence Interval</i>	
				<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
Kepadatan Hunian Rumah Memenuhi Syarat	-0,419	0,570	0,657	0,152	2,845
Tidak Kebiasaan Merokok	0,564	0,430	1,757	0,432	7,145
Tidak Konsumsi Alkohol	-0,238	0,860	0,788	0,052	11,863
Ventilasi Rumah luasnya $\geq 10\%$ dari luas lantai	-0,214	0,800	0,807	0,156	4,170
Kepemilikan WC Sendiri	-0,202	0,800	0,817	0,173	3,862

Hasil pengujian parsial pada masing-masing variabel prediktor yang diberikan pada Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa pada masing-masing variabel prediktor usia, jenis kelamin, pendidikan terakhir, status gizi, penghasilan kepala keluarga per bulan, kepadatan hunian rumah, kebiasaan merokok, kebiasaan konsumsi alkohol, keadaan ventilasi rumah serta kepemilikan WC memiliki *p-value* yang lebih dari $\alpha = 5\%$, sehingga hasil pengujian secara parsial tersebut dapat disimpulkan tidak terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes.

2. Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor

Setelah dilakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial, maka selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter pada masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pengaruh dari variabel prediktor secara satu per satu yang diberikan sebagai berikut.

Tabel 4.19 Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor untuk Variabel Respon Diabetes

Variabel	Koefisien	Wald	<i>P-value</i>
(Intercept)	1,8068	30,846	0,000
Bukan Usia Produktif	0,7582	1,236	0,266

Tabel 4.19 Pengujian Parameter Pada Masing-Masing Variabel Prediktor untuk Variabel Respon Diabetes (Lanjutan)

Variabel	Koefisien	Wald	<i>P-value</i>
(Intercept)	2,517	29,333	0,000
Jenis Kelamin Perempuan	-0,9307	2,474	0,116
(Intercept)	2,3026	4,818	0,028
Pendidikan Terakhir SD	-0,2025	0,032	0,858
Pendidikan Terakhir SMA	-0,6162	0,284	0,594
Pendidikan Terakhir Diploma/Perguruan Tinggi	15,2635	0,000	0,993
(Intercept)	2,862	15,499	0,000
Status Gizi Normal	-1,117	1,962	0,161
Status Gizi Lebih	-0,7828	0,609	0,543
(Intercept)	2,0919	38,950	0,000
Penghasilan Kepala Keluarga \geq Rp 600,000/ bulan	-0,2593	0,167	0,683
(Intercept)	2,165	29,430	0,000
Kepadatan Hunian Rumah Memenuhi Syarat	-0,304	0,285	0,593
(Intercept)	1,7228	12,588	0,000
Tidak Kebiasaan Merokok	0,4367	0,529	0,466
(Intercept)	1,7918	2,752	0,097
Tidak Konsumsi Alkohol	0,2485	0,049	0,824
(Intercept)	2,032	40,195	0,000
Ventilasi Rumah luasnya \geq 10% dari luas lantai	-0,040	0,003	0,953
(Intercept)	2,005	24,810	0,000
Kepemilikan WC Sendiri	0,037	0,004	0,947

Uji signifikansi parameter secara parsial dan pada masing-masing variabel prediktor atau secara univariabel diperoleh hasil yang sama, yaitu tidak terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes. Hal tersebut sesuai dengan uji independensi yang telah dilakukan antara variabel respon diabetes dengan masing-masing variabel prediktor, bahwa tidak terdapat variabel prediktor yang memiliki hubungan dengan diabetes. Selain itu, pengujian signifikansi parameter secara serentak menghasilkan kesimpulan tidak terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit diabetes. Sehingga pemodelan univariat untuk penyakit diabetes tidak terbentuk model.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa kesimpulan yang diberikan sebagai berikut.

1. Sebanyak 120 orang penderita tuberkulosis paru di Kota Surabaya dengan wilayah studi Kecamatan Asemrowo, Benowo, Bulak, Gunung Anyar, Kenjeran, Krembangan, Mulyorejo, Pabean Cantikan, Rungkut, Semampir, dan Kecamatan Sukolilo, terdapat 14 orang yang juga menderita penyakit diabetes. Jumlah penderita tuberkulosis paru jenis BTA positif lebih banyak, yaitu 70 orang atau 58%, sedangkan penderita tuberkulosis paru jenis BTA negatif berjumlah 50 orang atau sebanyak 42%. Selain itu, karakteristik penderita tuberkulosis paru dan diabetes terjadi pada penduduk berusia produktif, pada jenis kelamin laki-laki, dengan tingkat pendidikan terakhir SD, memiliki status gizi normal, penghasilan kepala keluarga kurang dari Rp 600.000 per bulan, kepadatan hunian yang memenuhi syarat, rumah dengan ventilasi kurang dari 10% luas lantai, memiliki wc sendiri, serta tidak memiliki kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol.
2. Pemodelan penderita tuberkulosis paru dan diabetes di Kota Surabaya menggunakan regresi logistik biner bivariat tidak dapat membentuk suatu model karena tidak terdapat hubungan antara banyaknya penderita tuberkulosis paru dan diabetes secara statistik, dan juga tidak terdapat variabel yang berpengaruh signifikan, sehingga dilakukan pemodelan secara univariat. Pada penyakit tuberkulosis paru secara univariat didapatkan variabel yang berpengaruh signifikan yaitu usia dengan risiko terkena tuberkulosis paru BTA negatif sebesar 2,57 kali lebih besar, jenis kelamin dengan risiko sebesar 3,87

kali lebih besar, kepadatan hunian rumah dengan risiko 2,94 kali lebih besar, keadaan ventilasi rumah dengan risiko sebesar 3,61 kali lebih besar dan kepemilikan WC memiliki risiko sebesar 4,97 kali lebih besar, dimana model diberikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{g}(x) = & 2,9596 - 0,9466\text{usia}(2) - 1,3546\text{JenisKelamin}(2) \\ & - 1,0812\text{Kepadatan Hunian Rumah}(2) \\ & - 1,2824\text{Ventilasi Rumah}(2) \\ & - 1,6000\text{Kepemilikan WC}(2)\end{aligned}$$

3. Model yang telah terbentuk tersebut dapat mengklasifikasikan jenis penyakit tuberkulosis paru dengan tepat sebesar 75%. Kemudian pemodelan secara univariat pada variabel respon diabetes tidak terdapat variabel yang berpengaruh signifikan, sehingga tidak terbentuk model.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil pengerjaan penelitian ini diberikan sebagai berikut.

1. Setelah dilakukan analisis dan diperoleh hasil, maka saran yang dapat diberikan bagi Pemerintah Kota Surabaya adalah agar dapat lebih memperhatikan penduduk yang berusia produktif (berusia 15-50 tahun), penduduk dengan jenis kelamin laki-laki, kepadatan hunian dan ventilasi rumah yang tidak memenuhi syarat, serta kepemilikan WC secara umum. Karena faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap penyakit tuberkulosis paru, sehingga diharapkan jumlah penderita tuberkulosis paru di Surabaya dapat berkurang.
2. Pada penelitian selanjutnya mengenai tuberkulosis paru dan diabetes, sebaiknya dapat menambah variabel yang diduga berpengaruh atau memiliki hubungan terhadap penyakit diabetes seperti riwayat keluarga. Selain itu juga dapat menambah data berupa responden yang terkena penyakit diabetes, sehingga hasil analisis dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Alisjahbana, B., van Crevel, R., Sahiratmadja, E., den Heijer, M., Maya, A., Istrian, E., Danusantoso, H., Ottenhoff, T. H. M., Nelwan, R. H. H., dan Van der Meer, J. W. M. (2006). Diabetes Mellitus is Strongly Associated with Tuberculosis in Indonesia. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 10(6), 696-700.
- American Diabetes Association. (2013). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 36(1).
- Bazzano L. A., Serdula, M., dan Liu, S. (2005). Prevention of Type 2 Diabetes by Diet and Lifestyle Modification. *Journal American College of Nutrition* 24(5), 310-319.
- Bimantara, G. J. (2016). *Tuberkulosis di Indonesia Terbanyak Kedua di Dunia*. Dipetik Oktober 17, 2016 dari Kompas Web site: <http://print.kompas.com/baca/sains/kesehatan/2016/03/24/Tuberkulosis-di-Indonesia-Terbanyak-Kedua-di-Dunia>
- Casella, G., dan Berger, R. L. (2002). *Statistical Inference 2nd Edition*. Pacific Grove: Duxbury Press.
- Cessie, S., dan Houwelingen, J. C. (1994). Logistic Regression for Correlated Binary Data. *Royal Statistical Society*, 95-108.
- Chapra, S. C., dan Canale, R. P. (2010). *Numerical Methods for Engineers 6th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2007. Laporan Nasional 2007*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2013). *Pedoman Survei Kesehatan Rumah Tangga*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dinas Kesehatan Kota Surabaya. 2013. *Profil Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Kota Surabaya.

- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Effendi, F. dan Makhfudli. (2009). *Keperawatan Kesehatan Komunitas Teori dan Praktik dalam Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Fitriany, M. (2014). *Analisis Regresi Logistik Biner Bivariat untuk Mengetahui Keberhasilan Terapi ABA pada Kemampuan Komunikasi Verbal dan Hubungan dengan Orang Lain Anak Autisme*. Malang: Jurusan Matematika Universitas Brawijaya.
- Franciari, P.S. dan Sugiyanto, F.X. (2013). Analisis Hubungan IPM, Kapasitas Fiskal, dan Korupsi Terhadap Kemiskinan di Indonesia (Studi Kasus 38 Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2008 dan 2010). *Diponegoro Journal of Accounting*. 2(2), 1-14.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression Second Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Johnson, R. A. & Winchern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *InfoDatin Waspada Diabetes, Situasi dan Analisis Diabetes*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Pedoman Penanggulangan Tuberkulosis (TB)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2015*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Laban, Y.Y. (2012). *TBC Penyakit & Cara Pencegahan*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI).
- Lahabama, J. (2013). *Hubungan Kepadatan Hunian Rumah Terhadap Penularan Tuberkulosis Paru di Kota Pontianak Tahun 2010-2011*. Pontianak: Naskah Publikasi Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Tanjungpura.
- McCullagh, P. dan Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.

- Misnadiarly, D.M. (2006). *Gangren, Ulcer, Infeksi, Mengenal Gejala, Menanggulangi, dan Mencegah Komplikasi*. Jakarta: Pustaka Populer Obor.
- Murrison, L.B., Martinson, N., Moloney, R.M., Msandiwa, R., Mashabela, M., Samet, J.M., dan Golub, J.E. (2016). Tobacco Smoking and Tuberculosis among Men Living with HIV in Johannesburg, South Africa: A Case-Control Study. *PLoS One*, 11(11). doi: 10.1371/journal.pone.0167133
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (2006). *Tuberkulosis, Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia*. Dipetik Oktober 26, 2016, dari Perhimpunan Dokter Paru Indonesia Web site: <http://www.klikpdpi.com/konsensus/tb/tb.html>
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (2009). *Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara.
- Prawira, A.E. (2014). *Kenapa Penderita TB Juga Mengidap Diabetes Melitus*. Dipetik Maret 12, 2017 dari Liputan6 Web site: <http://health.liputan6.com/read/2046760/kenapa-penderita-tb-juga-mengidap-diabetes-mellitus>.
- Purwanti, N. (2015). *Pemodelan Infeksi Tuberkulosis Paru Berdasarkan Tingkat Ketahanan Rumah Tangga di Wilayah Pesisir Pantai Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Biner Stratifikasi*. Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- Putra, N.R. (2011). *Hubungan Perilaku dan Kondisi Sanitasi Rumah Dengan Kejadian TB Paru di Kota Solok*. Padang: Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas.
- Ratnawati, P.Z.S. (2000). Tuberkulosis Paru Pada Orang Tua. *Jurnal Respirologi Indonesia*. 20(1), 38-45.
- Restrepo, B. I. (2007). Convergence of the Tuberculosis and Diabetes Epidemics: Renewal of Old Acquaintances. *Clinic Infectious Disease* 45(4), 436-438.
- Ruswanto, B. (2010). *Analisis Spasial Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Ditinjau Dari Faktor Lingkungan Dalam dan Luar Rumah di Kabupaten Pekalongan*. Semarang: Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro
- Sairenchi, T., Iso, H., Nishimura, A., Hosoda, T., Irie, F., Saito, Y., Murakami, Y. S. A., dan Fukutomi, H. (2004). Cigarette Smoking and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus among Middle-

- aged and Elderly Japanese Men and Women. *American Journal of Epidemiology* 160(2), 158-162.
- Sayyida. (2012). *Analisis Partisipasi Ekonomi Perempuan Dengan Metode Regresi Logistik Biner Bivariat*. Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- Shetty, N., Shemko, M., Vaz, M., dan D'Souza, G. (2005). An Epidemiological Evaluation of Risk Factors for Tuberculosis in South Indian: A Matched Case Control Study. *The Internasional Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 10(1), 80-86.
- Somantri, I. (2007). *Keperawatan Medikal Bedah: Asuhan Keperawatan Pada Pasien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Trisnawati, S.K., dan Setyorogo, S. (2013). Faktor Risiko Kejadian Diabetes Melitus Tipe II di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat Tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan* 5(1):6-11.
- Veerakumar, A.M., Sahu, S.K., & Sarkar, S. (2015). Alcohol Uses Disorder Among Pulmonary Tuberculosis Patients Under RNTCP in Urban Pondicherry, India. *Indian Journal of Tuberculosis* 62(3), 171-177.
- Wijaya. I. (2015). Tuberkulosis Paru pada Penderita Diabetes Melitus. *Cermin Dunia Kedokteran* 42(6), 412-417.
- World Health Organization (WHO). (2011). *Global Tuberculosis Control: WHO Report 2011*. Perancis: WHO Press.
- Wulandari, D.R., dan Sugiri, Y.J. (2013). Diabetes Melitus dan Permasalahannya pada Infeksi Tuberkulosis. *Jurnal Respiratori Indonesia*, 33(2), 126-134.

LAMPIRAN 1. Data Penelitian

Obs	Y1	Y2	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2
3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2
4	2	2	2	1	4	2	1	2	2	2	1	2
5	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1
6	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1
7	1	2	1	1	4	3	1	2	2	2	1	2
8	1	1	2	1	4	2	2	2	1	2	1	2
9	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1
10	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1
11	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1
12	1	1	1	2	4	2	1	2	1	2	1	2
13	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1
14	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1
15	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
16	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2
17	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2
18	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1
19	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2
20	1	2	1	1	4	2	2	2	2	2	2	2
21	1	2	1	1	4	2	1	2	2	2	1	2
22	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2
23	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2
24	1	2	1	2	3	1	1	2	2	2	1	2
25	2	2	1	1	3	2	1	1	2	2	1	2
26	2	2	1	1	5	1	2	1	2	2	1	2
27	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1
28	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1
29	1	2	1	2	4	1	1	2	2	2	1	2
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
116	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
117	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1
118	2	1	1	2	3	3	1	1	2	2	1	2
119	2	2	2	1	4	1	2	2	2	2	1	2
120	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1

LAMPIRAN 2. *Output Uji Independensi Variabel Respon*

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,118	1	0,290		
Continuity Correction	0,591	1	0,442		
Likelihood Ratio	1,162	1	0,281		
Fisher's Exact Test				0,391	0,223
Linear-by-Linear Association	1,109	1	0,292		
N of Valid Cases	120				

LAMPIRAN 3. *Output Uji Independensi Variabel Respon Tuberkulosis Paru dan Masing-Masing Variabel Prediktor*

Variabel Umur

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,367	1	,012	,019	,010
Continuity Correction	5,425	1	,020		
Likelihood Ratio	6,346	1	,012		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	6,314	1	,012		
N of Valid Cases	120				

Variabel Jenis Kelamin

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,867	1	,027	,040	,022
Continuity Correction	4,079	1	,043		
Likelihood Ratio	4,879	1	,027		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	4,827	1	,028		
N of Valid Cases	120				

Variabel Pendidikan Terakhir

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,019	4	,403
Likelihood Ratio	5,462	4	,243
Linear-by-Linear Association	0,060	1	,806
N of Valid Cases	120		

Variabel Status Gizi

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,181	2	,336
Likelihood Ratio	2,285	2	,319
Linear-by-Linear Association	1,941	1	,164
N of Valid Cases	120		

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga per Bulan

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	0,220	1	,639		
Continuity Correction	,064	1	,801		
Likelihood Ratio	,221	1	,638		
Fisher's Exact Test				,672	,403
Linear-by-Linear Association	,218	1	,641		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	12,163	1	,000		
Continuity Correction	10,895	1	,001		
Likelihood Ratio	12,288	1	,000		
Fisher's Exact Test				,001	,000
Linear-by-Linear Association	12,062	1	,001		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kebiasaan Merokok

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,871	1	,351		
Continuity Correction	,527	1	,468		
Likelihood Ratio	,864	1	,353		
Fisher's Exact Test				,409	,233
Linear-by-Linear Association	,863	1	,353		
N of Valid Cases	120				

Variabel Konsumsi Alkohol

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,293	1	,130	,237	,130
Continuity Correction	1,253	1	,263		
Likelihood Ratio	2,611	1	,106		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	2,274	1	,132		
N of Valid Cases	120				

Variabel Ventilasi Rumah

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,387	1	,239	,261	,171
Continuity Correction	,902	1	,342		
Likelihood Ratio	1,372	1	,242		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	1,376	1	,241		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kepemilikan WC

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	15,365	1	,000	,000	,000
Continuity Correction	13,948	1	,000		
Likelihood Ratio	15,781	1	,000		
Fisher's Exact Test			,000		
Linear-by-Linear Association	15,237	1	,000		
N of Valid Cases	120				

LAMPIRAN 4. *Output Uji Independensi Variabel Respon Diabetes dan Masing-Masing Variabel Prediktor*

Variabel Umur

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,283	1	,257	,374	,205
Continuity Correction	,697	1	,404		
Likelihood Ratio	1,376	1	,241		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	1,272	1	,259		
N of Valid Cases	120				

Variabel Jenis Kelamin

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,602	1	,107		
Continuity Correction	1,760	1	,185		
Likelihood Ratio	2,593	1	,107		
Fisher's Exact Test				,152	,093
Linear-by-Linear Association	2,580	1	,108		
N of Valid Cases	120				

Variabel Pendidikan Terakhir

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,122	4	,891
Likelihood Ratio	1,551	4	,818
Linear-by-Linear Association	,123	1	,726
N of Valid Cases	120		

Variabel Status Gizi

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,145	2	,342
Likelihood Ratio	2,402	2	,301
Linear-by-Linear Association	1,253	1	,263
N of Valid Cases	120		

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,168	1	,682		
Continuity Correction	,006	1	,938		
Likelihood Ratio	,162	1	,687		
Fisher's Exact Test				,742	,451
Linear-by-Linear Association	,166	1	,683		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,287	1	,592		
Continuity Correction	,062	1	,804		
Likelihood Ratio	,285	1	,594		
Fisher's Exact Test				,775	,399
Linear-by-Linear Association	,284	1	,594		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kebiasaan Merokok

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,536	1	,464	,527	,329
Continuity Correction	,171	1	,679		
Likelihood Ratio	,512	1	,474		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear					
Association	,532	1	,466		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kebiasaan Konsumsi Alkohol

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,049	1	,824	,590	,590
Continuity Correction	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,047	1	,829		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear					
Association	,049	1	,825		
N of Valid Cases	120				

Variabel Ventilasi Rumah

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,003	1	,953	1,000	,594
Continuity Correction	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,003	1	,954		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear					
Association	,003	1	,954		
N of Valid Cases	120				

Variabel Kepemilikan WC

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,004	1	,947	1,000	,585
Continuity Correction	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,004	1	,947		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear					
Association	,004	1	,947		
N of Valid Cases	120				

LAMPIRAN 5. Program dan *Output* Regresi Logistik Biner Bivariat Variabel Usia

```

> I=c(1,3)
> II=c(25,21)
> III=c(10,0)
> IV=c(42,18)
> age=c(1,2)
> TB_DM=data.frame(I,II,III,IV,age)
> autoloading('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~age,binom2.or(zero=NULL))
> fitted(fit)
      00      01      10      11
1 0.01282051 0.3205128 1.282051e-01 0.5384615
2 0.07142865 0.4999999 1.419975e-13 0.4285715
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ age, family = binom2.or(zero = NULL))
Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1 1.674e+00 2.566e+00 0.652 0.514
(Intercept):2 1.049e+00 4.886e+00 0.215 0.830
(Intercept):3 -3.036e+01 1.036e+05 0.000 1.000
age:1 -9.808e-01 2.532e+00 -0.387 0.698
age:2 7.582e-01 4.854e+00 0.156 0.876
age:3 2.858e+01 1.036e+05 0.000 1.000
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: 1.637e-11 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -8.8218 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 30

```

Variabel Jenis Kelamin

```

> I=c(2,2)
> II=c(20,26)
> III=c(3,7)
> IV=c(42,18)
> jenis_kelamin=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, jenis_kelamin)
> autoloading('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~jenis_kelamin,binom2.or(zero=NULL))
> fitted(fit)
      00      01      10      11
1 0.02985075 0.2985075 0.04477612 0.6268657
2 0.03773585 0.4905660 0.13207547 0.3396226
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ jenis_kelamin, family = binom2.or(zero = NULL))

```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept):1	1.5446	0.5886	2.624	0.008684 **
(Intercept):2	3.4484	0.9992	3.451	0.000558 ***
(Intercept):3	2.2934	2.0894	1.098	0.272349
jenis_kelamin:1	-0.8289	0.3787	-2.189	0.028589 *
jenis_kelamin:2	-0.9307	0.5916	-1.573	0.115650
jenis_kelamin:3	-1.9570	1.2822	-1.526	0.126945

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of linear predictors: 3

Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)

Residual deviance: -1.03e-14 on 0 degrees of freedom

Log-likelihood: -10.2159 on 0 degrees of freedom

Number of iterations: 4

Variabel Tingkat Pendidikan

```
> I=c(1,1,0,2,0)
> II=c(3,2,1,8,14,0)
> III=c(0,5,2,3,0)
> IV=c(7,28,8,13,4)
> PT=c(1,2,3,4,5)
> A=data.frame(I,II,III,IV, PT)
> autload('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~PT,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.03053052 0.3691990 0.07163009 0.5286404
2 0.03212964 0.3775626 0.07819192 0.5121159
3 0.03381800 0.3859116 0.08523001 0.4950404
4 0.03560521 0.3942287 0.09275993 0.4774062
5 0.03750273 0.4024942 0.10079425 0.4592088
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ PT, family = binom2.or(zero = NULL))
Pearson residuals:
      logit(mu1) logit(mu2) loge(oratio)
1      0.2502      0.12991      1.5942
2      0.1481      0.03404     -0.6537
3     -0.2070      0.09576     -0.9752
4     -0.8401     -0.51224      0.4166
5      1.8518      0.90633      0.6783
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept):1	0.44795	0.50498	0.887	0.37504
(Intercept):2	2.25943	0.78611	2.874	0.00405 **
(Intercept):3	-0.40306	1.71816	-0.235	0.81453
PT:1	-0.04135	0.17404	-0.238	0.81218
PT:2	-0.08598	0.26487	-0.325	0.74546
PT:3	-0.09076	0.58132	-0.156	0.87594


```

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: 12.324 on 9 degrees of freedom
Log-likelihood: -20.7625 on 9 degrees of freedom
Number of iterations: 7

```

Variabel Status Gizi

```

> I=c(0,4,0)
> II=c(18,26,2)
> III=c(2,7,1)
> IV=c(17,37,6)
> stat_gizi=c(1,2,3)
> A=data.frame(I,II,III,IV, stat_gizi)
> autoloam('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~stat_gizi,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.01199321 0.4817407 0.06247952 0.4437865
2 0.03796883 0.3546940 0.08952908 0.5178081
3 0.09164967 0.2083709 0.11807273 0.5819067
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ stat_gizi, family = binom2.or(zero = NULL))
Pearson residuals:
      logit(mu1) logit(mu2) loge(oratio)
1   0.1495   0.4839   -0.5014
2  -0.2491  -0.5533    0.4527
3   0.4539   0.6955   -0.5081
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1 -0.3860   0.5974  -0.646 0.51817
(Intercept):2  3.1166   0.9974   3.125 0.00178 **
(Intercept):3 -2.9857   2.4628  -1.212 0.22540
stat_gizi:1     0.4111   0.3253   1.264 0.20634
stat_gizi:2    -0.5967   0.4986  -1.197 0.23140
stat_gizi:3     1.2531   1.1916   1.052 0.29298
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: 3.2353 on 3 degrees of freedom
Log-likelihood: -12.7582 on 3 degrees of freedom
Number of iterations: 9

```

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga Per Bulan

```

> I=c(3,1)
> II=c(36,10)
> III=c(7,3)
> IV=c(45,15)
> penghasilan_bln=c(1,2)

```

```

> A=data.frame(I,II,III,IV, penghasilan_bln)
> autoloading('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~penghasilan_bln,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.03296703 0.3956044 0.07692308 0.4945055
2 0.03448276 0.3448276 0.10344828 0.5172414
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ penghasilan_bln, family = binom2.or (zero = NULL))
Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1    0.08289   0.57092   0.145  0.88457
(Intercept):2    2.35115   0.85987   2.734  0.00625 **
(Intercept):3   -0.55516   1.89862  -0.292  0.76998
penghasilan_bln:1  0.20479   0.43742   0.468  0.63965
penghasilan_bln:2 -0.25928   0.63431  -0.409  0.68271
penghasilan_bln:3 -0.06899   1.42344  -0.048  0.96134
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oration)
Residual deviance: -1.044e-14 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -10.0091 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 4

```

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

```

> I=c(0,4)
> II=c(19,27)
> III=c(7,3)
> IV=c(42,18)
> padat_huni=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, padat_huni)
> autoloading('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~padat_huni,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 8.970602e-14 0.2794118 0.10294119 0.6176470
2 7.692308e-02 0.5192308 0.05769231 0.3461538
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ padat_huni, family = binom2.or(zero = NULL))
Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1  2.284e+00  4.065e+00  0.562  0.574
(Intercept):2  2.469e+00  6.002e+00  0.411  0.681
(Intercept):3 -5.383e+01  1.628e+05  0.000  1.000
padat_huni:1  -1.337e+00  2.047e+00  -0.653  0.514
padat_huni:2  -3.042e-01  3.022e+00  -0.101  0.920
padat_huni:3   2.686e+01  8.138e+04  0.000  1.000
Number of linear predictors: 3

```

```
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: 1.247e-11 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -9.2305 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 30
```

Variabel Kebiasaan Merokok

```
> I=c(3,1)
> II=c(13,33)
> III=c(2,8)
> IV=c(15,45)
> merokok=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, merokok)
> autoloam('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~merokok,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.09090909 0.3939394 0.06060606 0.4545455
2 0.01149425 0.3793103 0.09195402 0.5172414
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ merokok, family = binom2.or(zero = NULL))
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1 -0.3227   0.7305 -0.442  0.659
(Intercept):2  1.2860   1.0329  1.245  0.213
(Intercept):3  2.8664   2.2550  1.271  0.204
merokok:1      0.3833   0.4118  0.931  0.352
merokok:2      0.4367   0.5997  0.728  0.466
merokok:3     -2.3179   1.4678 -1.579  0.114
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: -1.274e-14 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -9.9295 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 4
```

Variabel Konsumsi Alkohol

```
> II=c(1,3)
> II=c(0,46)
> III=c(0,10)
> IV=c(6,54)
> alkohol=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, alkohol)
> autoloam('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~alkohol,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.14285160 7.575257e-08 7.575257e-08 0.8571483
2 0.02654867 4.070796e-01 8.849558e-02 0.4778761
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ alkohol, family = binom2.or(zero = NULL))
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept):1	3.3165	128.0089	0.026	0.979
(Intercept):2	1.5434	128.0091	0.012	0.990
(Intercept):3	62.4774	3987.8233	0.016	0.988
alkohol:1	-1.5247	64.0047	-0.024	0.981
alkohol:2	0.2484	64.0051	0.004	0.997
alkohol:3	-31.7605	1993.9117	-0.016	0.987

Number of linear predictors: 3

Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)

Residual deviance: 2.123e-06 on 0 degrees of freedom

Log-likelihood: -6.9661 on 0 degrees of freedom

Number of iterations: 18

Variabel Ventilasi Rumah

```
> I=c(3,1)
> II=c(34,12)
> III=c(8,2)
> IV=c(50,10)
> ventilasii=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, ventilasii)
> autoloa('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~ventilasii,binom2.or(zero=NULL))
> fitted (fit)
      00      01      10      11
1 0.03157895 0.3578947 0.08421053 0.5263158
2 0.04000000 0.4800000 0.08000000 0.4000000
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ ventilasii, family = binom2.or(zero = NULL))
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1  0.97909   0.58080   1.686  0.0918 .
(Intercept):2  2.07341   0.88884   2.333  0.0197 *
(Intercept):3 -0.31486   1.92726  -0.163  0.8702
ventilasii:1  -0.52957   0.45224  -1.171  0.2416
ventilasii:2  -0.04049   0.69398  -0.058  0.9535
ventilasii:3  -0.28030   1.48023  -0.189  0.8498
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: -1.305e-14 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -9.8515 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 4
```

Variabel Kepemilikan WC

```
> I=c(0,4)
> II=c(14,32)
```

```

> III=c(7,3)
> IV=c(38,22)
> kep_WC=c(1,2)
> A=data.frame(I,II,III,IV, kep_WC)
> autoloan('vglm', 'VGAM')
> fit=vglm(cbind(I,II,III,IV)~kep_WC,binom2.or(zero=NULL))
> fitted(fit)
00    01    10    11
1 9.992007e-14 0.2372882 0.11864410 0.6440677
2 6.557377e-02 0.5245902 0.04918033 0.3606557
> summary(fit)
Call:
vglm(formula = cbind(I, II, III, IV) ~ kep_WC, family = binom2.or(zero = NULL))
Coefficients:
              Estimate      Std. Error  z value Pr(>|z|)
(Intercept):1  2.700e+00  4.553e+00   0.593   0.553
(Intercept):2  1.968e+00  5.993e+00   0.328   0.743
(Intercept):3 -5.352e+01  1.747e+05   0.000   1.000
kep_WC:1       -1.532e+00  2.287e+00  -0.670   0.503
kep_WC:2        3.774e-02  3.017e+00   0.013   0.990
kep_WC:3        2.672e+01  8.737e+04   0.000   1.000
Number of linear predictors: 3
Names of linear predictors: logit(mu1), logit(mu2), loge(oratio)
Residual deviance: 1.258e-11 on 0 degrees of freedom
Log-likelihood: -9.2047 on 0 degrees of freedom
Number of iterations: 30

```

LAMPIRAN 6. Program dan *Output* Pemodelan Univariat untuk Variabel Respon Tuberkulosis Paru

```

> datax=read.csv("F://TA.csv", header=TRUE, sep=";")
> datax$Umur=factor(datax$Umur)
> datax$JK=factor(datax$JK)
> datax$Pendidikan.Terakhir=factor(datax$Pendidikan.Terakhir)
> datax$Status.Gizi=factor(datax$Status.Gizi)
> datax$Penghasilan=factor(datax$Penghasilan)
> datax$Kepadatan.Hunian.Rumah= factor(datax$Kepadatan.Hunian.Rumah)
> datax$Kebiasaan.Merokok=factor(datax$ Kebiasaan.Merokok)
> datax$Konsumsi.Alkohol=factor(datax$Konsumsi.Alkohol)
> datax$Ventilasi=factor(datax$Ventilasi)
> datax$Kepemilikan.WC=factor(datax$Kepemilikan.WC)
> reglogt=glm(TB~ Umur+JK+Pendidikan.Terakhir+Status.Gizi+ Penghasilan+
Kepadatan.Hunian.Rumah+ Kebiasaan.Merokok+ Konsumsi.Alkohol+ Ventilasi+
Kepemilikan.WC, data=datax, family=binomial)
> summary(reglogt)
Call:
glm(formula = TB ~ Umur + JK + Pendidikan.Terakhir + Status.Gizi + Penghasilan +
Kepadatan.Hunian.Rumah + Kebiasaan.Merokok + Konsumsi.Alkohol + Ventilasi +
Kepemilikan.WC, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:

```

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.3337	-0.8290	0.2504	0.7405	1.7057

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	5.2580	2.0620	2.550	0.01077 *
Umur2	-1.2166	0.5887	-2.067	0.03876 *
JK2	-1.3339	0.5119	-2.606	0.00917 **
Pendidikan.Terakhir2	-1.6264	1.0082	-1.613	0.10669
Pendidikan.Terakhir3	-1.9714	1.1514	-1.712	0.08687 .
Pendidikan.Terakhir4	-1.9473	1.1535	-1.688	0.09137 .
Pendidikan.Terakhir5	14.3341	1146.5576	0.013	0.99003
Status.Gizi2	0.3500	0.5628	0.622	0.53396
Status.Gizi3	1.0410	1.0382	1.003	0.31603
Penghasilan2	0.6289	0.6313	0.996	0.31911
Kepadatan.Hunian.Rumah2	-0.6201	0.5744	-1.080	0.28036
Kebiasaan.Merokok2	0.3922	0.5433	0.722	0.47034
Konsumsi.Alkohol2	-1.3738	1.6100	-0.853	0.39351
Ventilasi2	-1.5536	0.6381	-2.435	0.01490 *
Kepemilikan.WC2	-1.9141	0.6102	-3.137	0.00171 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 114.36 on 105 degrees of freedom

AIC: 144.36

Mendapatkan Wald Test

>library(aod)

Wald test untuk intercept atau constanta

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=1)

Wald test:

Chi-squared test:

X2 = 6.5, df = 1, P(> X2) = 0.011

Variabel Umur

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=2)

Wald test:

Chi-squared test:

X2 = 4.3, df = 1, P(> X2) = 0.039

Variabel Jenis Kelamin

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=3)

Wald test:

Chi-squared test:

X2 = 6.8, df = 1, P(> X2) = 0.0092

Variabel Pendidikan Terakhir (2)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=4)

Wald test:

Chi-squared test:

X2 = 2.6, df = 1, P(> X2) = 0.11

Variabel Pendidikan Terakhir (3)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=5)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 2.9$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.087$

Variabel Pendidikan Terakhir (4)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=6)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 2.9$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.091$

Variabel Pendidikan Terakhir (5)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=7)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.00016$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.99$

Variabel Status Gizi (2)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=8)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.39$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.53$

Variabel Status Gizi (3)

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=9)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 1$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.32$

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga per Bulan

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=10)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.99$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.32$

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=11)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 1.2$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.28$

Variabel Kebiasaan Merokok

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=12)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.52$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.47$

Variabel Konsumsi Alkohol

> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=13)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.73$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.39$

Variabel Ventilasi Rumah

```
> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=14)
```

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 5.9$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.015$

Variabel Kepemilikan WC

```
> wald.test(b=coef(reglogt), Sigma=vcov(reglogt), Terms=15)
```

Wald test

Chi-squared test:

$X^2 = 9.8$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.0017$

Uji Serentak (*Likelihood Ratio Test*)

```
> library(lmtest)
```

```
> lrtest(reglogt)
```

Likelihood ratio test

Model 1: TB ~ Umur + JK + Pendidikan.Terakhir + Status.Gizi + Penghasilan +
Kepadatan.Hunian.Rumah + Kebiasaan.Merokok + Konsumsi.Alkohol + Ventilasi +
Kepemilikan.WC

Model 2: TB ~ 1

	#Df	LogLik	Df	Chisq	Pr(>Chisq)
1	15	-57.179			
2	1	-81.503	-14	48.648	1.027e-05 ***

1 15 -57.179

2 1 -81.503 -14 48.648 1.027e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Pemodelan pada Masing-Masing Variabel Prediktor**Variabel Usia**

```
> univar=glm(TB ~ Umur, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Umur, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.4823	-1.0579	0.9005	0.9005	1.3018

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.6931	0.2402	2.886	0.0039 **
Umur2	-0.9808	0.3936	-2.492	0.0127 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 156.66 on 118 degrees of freedom

AIC: 160.66

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Jenis Kelamin

```
> univar1=glm(TB ~ JK, data=datax, family=binomial)
> summary(univar1)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ JK, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4924	-1.1297	0.8922	0.8922	1.2259

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.7156	0.2601	2.751	0.00594 **
JK2	-0.8289	0.3787	-2.189	0.02859 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 158.13 on 118 degrees of freedom

AIC: 162.13

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Pendidikan Terakhir

```
> univar2=glm(TB ~ Pendidikan.Terakhir, data=datax, family=binomial)
> summary(univar2)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Pendidikan.Terakhir, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4224	-1.2735	0.9508	1.0108	1.1774

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.5596	0.6268	0.893	0.372
Pendidikan.Terakhir2	-0.1542	0.6846	-0.225	0.822
Pendidikan.Terakhir3	-0.3365	0.7860	-0.428	0.669
Pendidikan.Terakhir4	-0.5596	0.7196	-0.778	0.437
Pendidikan.Terakhir5	16.0065	1199.7725	0.013	0.989

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 157.54 on 115 degrees of freedom

AIC: 167.54

Number of Fisher Scoring iterations: 15

Variabel Status Gizi

```
> univar3=glm(TB~Status.Gizi, data=datax, family=binomial(link="logit"))
> summary(univar3)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Status.Gizi, family = binomial(link = "logit"), data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.734	-1.344	1.020	1.020	1.155

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.05407	0.32892	0.164	0.869
Status.Gizi2	0.32893	0.40527	0.812	0.417
Status.Gizi3	1.19870	0.86663	1.383	0.167

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 160.72 on 117 degrees of freedom

AIC: 166.72

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga

```
> univar4=glm(TB~Penghasilan, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar4)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Penghasilan, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3924	-1.3018	0.9767	1.0579	1.0579

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.2877	0.2118	1.358	0.174
Penghasilan2	0.2048	0.4374	0.468	0.640

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 162.79 on 118 degrees of freedom

AIC: 166.79

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

```
> univar4=glm(TB~Kepadatan.Hunian.Rumah, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar4)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Kepadatan.Hunian.Rumah, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5969	-1.0171	0.8095	0.8095	1.3466

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.9474	0.2703	3.505	0.000456 ***
Kepadatan.Hunian.Rumah2	-1.3368	0.3910	-3.419	0.000629 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 150.72 on 118 degrees of freedom

AIC: 154.72

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kebiasaan Merokok

```
> univar5=glm(TB~Kebiasaan.Merokok, data=datax, family=binomial)
> summary(univar5)
Call:
glm(formula = TB ~ Kebiasaan.Merokok, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.3708 -1.3708  0.9956  0.9956  1.1518
Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      0.06062   0.34832   0.174   0.862
Kebiasaan.Merokok2 0.38331   0.41183   0.931   0.352
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
Null deviance: 163.01  on 119  degrees of freedom
Residual deviance: 162.14  on 118  degrees of freedom
AIC: 166.14
Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Variabel Konsumsi Alkohol

```
> univar6=glm(TB~Konsumsi.Alkohol, data=datax, family=binomial)
> summary(univar6)
Call:
glm(formula = TB ~ Konsumsi.Alkohol, family = binomial, data = datax)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.973 -1.293  1.066  1.066  1.066
Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      1.792    1.080   1.659  0.0971 .
Konsumsi.Alkohol2 -1.525    1.097  -1.390  0.1644
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
Null deviance: 163.01  on 119  degrees of freedom
Residual deviance: 160.40  on 118  degrees of freedom
AIC: 164.4
Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Variabel Ventilasi

```
> univar7=glm(TB~Ventilasi, data=datax, family=binomial)
> summary(univar7)
Call:
glm(formula = TB ~ Ventilasi, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.3733 -1.3733  0.9934  0.9934  1.2116
Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   0.4495    0.2104   2.137  0.0326 *
Ventilasi2   -0.5296    0.4522  -1.171  0.2416
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 161.63 on 118 degrees of freedom

AIC: 165.63

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kepemilikan WC

```
> univar8=glm(TB~Kepemilikan.WC, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar8)
```

Call:

```
glm(formula = TB ~ Kepemilikan.WC, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.696	-1.027	0.736	0.736	1.336

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.1676	0.3060	3.815	0.000136 ***
Kepemilikan.WC2	-1.5322	0.4018	-3.814	0.000137 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 147.23 on 118 degrees of freedom

AIC: 151.23

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Seleksi Variabel

```
> step(reglogt, direction="backward", test="Chisq", data=datax)
```

Step: AIC=136.18

TB~Umur + JK + Kepadatan.Hunian.Rumah + Ventilasi + Kepemilikan.WC

	Df	Deviance	AIC	LRT	Pr(>Chi)
<none>		124.18	136.18		
- Umur	1	128.55	138.55	4.3630	0.036727 *
- Kepadatan.Hunian.Rumah	1	128.96	138.96	4.7807	0.028780 *
- Ventilasi	1	129.39	139.39	5.2086	0.022476 *
- JK	1	133.35	143.35	9.1685	0.002462 **
- Kepemilikan.WC	1	133.79	143.79	9.6083	0.001937 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> reglogt.final=glm(TB~Umur+JK+Kepadatan.Hunian.Rumah+ventilasi+
  Kepemilikan.WC, family=binomial, data=datax)
```

```
> summary(reglogt.final)
```

Call: glm(formula=TB ~Umur + JK + Kepadatan.Hunian.Rumah + Ventilasi +
Kepemilikan.WC, family = binomial, data = datax)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.4536	-0.8278	0.4094	0.6761	1.7455

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.9596	0.5787	5.114	3.15e-07 ***
Umur2	-0.9466	0.4584	-2.065	0.03892 *

Kepadatan.Hunian.Rumah2	-1.0812	0.4992	-2.166	0.03031 *
Ventilasi2	-1.2824	0.5796	-2.212	0.02694 *
JK2	-1.3546	0.4684	-2.892	0.00383 **
Kepemilikan.WC2	-1.6000	0.5404	-2.961	0.00307 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)				
Null deviance: 163.01 on 119 degrees of freedom				
Residual deviance: 124.18 on 114 degrees of freedom				
AIC: 136.18				
Number of Fisher Scoring iterations: 4				

Odds Ratio dan Confident Interval		
> exp(reglogt.final\$coefficient)		
(Intercept)	19,289	
Umur 2	0,388	
JK2	0,258	
Kepadatan.Hunian.Rumah2	0,339	
Ventilasi2	0,277	
Kepemilikan.WC2	0,201	
> exp(reglogt.final\$coefficient)		
	2,5%	97,5%
(Intercept)	6,751	66,321
Umur 2	0,154	0,943
JK2	0,098	0,627
Kepadatan.Hunian.Rumah2	0,124	0,894
Ventilasi2	0,084	0,836
Kepemilikan.WC2	0,066	0,561

Klasifikasi		
> pr=predict(reglogt, datax, type="response")		
> table(actual=datax\$TB, predicted=pr>.58)		
	predicted	
actual	TRUE	FALSE
0	39	11
1	19	51

LAMPIRAN 7. Program dan *Output* Pemodelan untuk Variabel Respon Diabetes

> datax=read.csv("F://TA.csv", header=TRUE, sep=";")	
> datax\$Umur=factor(datax\$Umur)	
> datax\$JK=factor(datax\$JK)	
> datax\$Pendidikan.Terakhir=factor(datax\$Pendidikan.Terakhir)	
> datax\$Status.Gizi=factor(datax\$Status.Gizi)	
> datax\$Penghasilan=factor(datax\$Penghasilan)	
> datax\$Kepadatan.Hunian.Rumah= factor(datax\$Kepadatan.Hunian.Rumah)	
> datax\$Kebiasaan.Merokok=factor(datax\$ Kebiasaan.Merokok)	

```

> datax$Konsumsi.Alkohol=factor(datax$Konsumsi.Alkohol)
> datax$Ventilasi=factor(datax$Ventilasi)
> datax$Kepemilikan.WC=factor(datax$Kepemilikan.WC)
> reglogd=glm (DM~Umur+JK+Pendidikan.Terakhir+ Status.Gizi+
  Penghasilan+Kepadatan.Hunian.Rumah+Kebiasaan.Merokok+Konsumsi.Alkohol+Ventilasi+Kepemilikan.WC, data=datax, family=binomial)
> summary(reglogd)
Call:
glm(formula = DM ~ Umur + JK + Pendidikan.Terakhir + Status.Gizi + Penghasilan + Kepadatan.Hunian.Rumah + Kebiasaan.Merokok + Konsumsi.Alkohol + Ventilasi + Kepemilikan.WC, family = binomial, data = datax)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2918  0.2695  0.3673   0.5312  1.0596

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      3.225e+00  1.858e+00  1.735  0.0827 .
Umur2             1.133e+00  7.994e-01  1.417  0.1565
JK2              -9.881e-01  6.356e-01 -1.555  0.1201
Pendidikan.Terakhir2  5.523e-01  1.368e+00  0.404  0.6865
Pendidikan.Terakhir3  2.227e-03  1.463e+00  0.002  0.9988
Pendidikan.Terakhir4  3.485e-01  1.471e+00  0.237  0.8127
Pendidikan.Terakhir5  1.506e+01  1.935e+03  0.008  0.9938
Status.Gizi2       1.460e+00  8.714e-01 -1.676  0.0938 .
Status.Gizi3      -9.098e-01  1.384e+00 -0.657  0.5110
Penghasilan2      -5.464e-01  7.327e-01 -0.746  0.4558
Kepadatan.Hunian.Rumah2 -4.192e-01  7.473e-01 -0.561  0.5749
Kebiasaan.Merokok2  5.636e-01  7.157e-01  0.787  0.4310
Konsumsi.Alkohol2  -2.380e-01  1.383e+00 -0.172  0.8634
Ventilasi2        -2.137e-01  8.376e-01 -0.255  0.7986
Kepemilikan.WC2    -2.017e-01  7.923e-01 -0.255  0.7991
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
Residual deviance: 76.496 on 105 degrees of freedom
AIC: 106.5
Number of Fisher Scoring iterations: 16

```

Mendapatkan Wald Test

```

Wald test untuk intercept atau konstanta
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=1)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 3.0, df = 1, P(> X2) = 0.083

Variabel Umur
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=2)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 2.0, df = 1, P(> X2) = 0.16

```

Variabel Jenis Kelamin

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=3)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 2.4, df = 1, P(> X2) = 0.12
```

Variabel Pendidikan Terakhir (2)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=4)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 0.16, df = 1, P(> X2) = 0.69
```

Variabel Pendidikan Terakhir (3)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=5)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 2.3e-06, df = 1, P(> X2) = 1
```

Variabel Pendidikan Terakhir (4)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=6)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 0.056, df = 1, P(> X2) = 0.81
```

Variabel Pendidikan Terakhir (5)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=7)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 6.1e-05, df = 1, P(> X2) = 0.99
```

Variabel Status Gizi (2)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=8)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 2.8, df = 1, P(> X2) = 0.094
```

Variabel Status Gizi (3)

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=9)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 0.43, df = 1, P(> X2) = 0.51
```

Variabel Penghasilan Kepala Keluarga per Bulan

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=10)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 0.56, df = 1, P(> X2) = 0.46
```

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=11)
Wald test:
Chi-squared test:
X2 = 0.31, df = 1, P(> X2) = 0.57
```

Variabel Kebiasaan Merokok

```
> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=12)
Wald test:
```

Chi-squared test:

$X^2 = 0.62$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.43$

Variabel Konsumsi Alkohol

> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=13)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.03$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.86$

Variabel Ventilasi Rumah

> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=14)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.065$ $df = 1$, $P(> X^2) = 0.8$

Variabel Kepemilikan WC

> wald.test(b=coef(reglogd), Sigma=vcov(reglogd), Terms=15)

Wald test:

Chi-squared test:

$X^2 = 0.065$, $df = 1$, $P(> X^2) = 0.8$

Pemodelan Pada Masing-Masing Variabel Prediktor

Variabel Usia

> univar=glm(DM ~ Umur, data=datax, family=binomial)

> summary(univar)

Call:

glm(formula = DM ~ Umur, family = binomial, data = datax)

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.2974	0.3850	0.5514	0.5514	0.5514

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.8068	0.3253	5.554	2.79e-08 ***
Umur2	0.7582	0.6818	1.112	0.266

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 85.079 on 118 degrees of freedom

AIC: 89.079

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Variabel Jenis Kelamin

> univar1=glm(DM ~ JK, data=datax, family=binomial)

> summary(univar1)

Call:

glm(formula = DM ~ JK, family = binomial, data = datax)

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.2783	0.3938	0.3938	0.6101	0.6101

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.5177	0.4649	5.416	6.11e-08 ***
JK2	-0.9307	0.5916	-1.573	0.116

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 83.862 on 118 degrees of freedom
 AIC: 87.862
 Number of Fisher Scoring iterations: 5

Variabel Pendidikan Terakhir

```
> univar2=glm(DM ~ Pendidikan.Terakhir, data=datax, family=binomial)
> summary(univar2)
Call:
glm(formula = DM ~ Pendidikan.Terakhir, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.1899  0.4807  0.4807  0.4854  0.5829
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.3026	1.0488	2.195	0.0281 *
Pendidikan.Terakhir2	-0.2025	1.1345	-0.179	0.8583
Pendidikan.Terakhir3	-0.2231	1.2894	-0.173	0.8626
Pendidikan.Terakhir4	-0.6162	1.1563	-0.533	0.5941
Pendidikan.Terakhir5	15.2635	1978.0904	0.008	0.9938

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 84.905 on 115 degrees of freedom
 AIC: 94.905
 Number of Fisher Scoring iterations: 16

Variabel Status Gizi

```
> univar3=glm(DM~Status.Gizi, data=datax, family=binomial(link="logit"))
> summary(univar3)
Call:
glm(formula = DM ~ Status.Gizi, family = binomial(link = "logit"), data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.4157  0.3334  0.5673  0.5673  0.5673
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.8622	0.7270	3.937	8.25e-05 ***
Status.Gizi2	-1.1170	0.7971	-1.401	0.161
Status.Gizi3	-0.7828	1.2859	-0.609	0.543

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 84.053 on 117 degrees of freedom

AIC: 90.053

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Vaiabel Penghasilan Kepala Keluarga per Bulan

```
> univar4=glm(DM~Penghasilan, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar4)
```

Call:

```
glm(formula = DM ~ Penghasilan, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1016	0.4825	0.4825	0.4825	0.5448

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.0919	0.3352	6.241	4.34e-10 ***
Penghasilan2	-0.2593	0.6343	-0.409	0.683

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

AIC: 90.293

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kepadatan Hunian Rumah

```
> univar5=glm(DM~Kepadatan.Hunian.Rumah, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar5)
```

Call:

```
glm(formula = DM ~ Kepadatan.Hunian.Rumah, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1324	0.4661	0.4661	0.5377	0.5377

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.1650	0.3990	5.425	5.78e-08 ***
Kepadatan.Hunian.Rumah2	-0.3042	0.5695	-0.534	0.593

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom

Residual deviance: 86.171 on 118 degrees of freedom

AIC: 90.171

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kebiasaan Merokok

```
> univar6=glm(DM~Kebiasaan.Merokok, data=datax, family=binomial)
```

```
> summary(univar6)
```

Call:

```
glm(formula = DM ~ Kebiasaan.Merokok, family = binomial, data = datax)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1301	0.4673	0.4673	0.4673	0.5732

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.7228	0.4855	3.548	0.000388 ***
Kebiasaan.Merokok2	0.4367	0.5997	0.728	0.466470

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 85.943 on 118 degrees of freedom
 AIC: 89.943
 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Konsumsi Alkohol

```
> univar7=glm(DM~Konsumsi.Alkohol, data=datax, family=binomial)
> summary(univar7)
Call:
glm(formula = DM ~ Konsumsi.Alkohol, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.0796  0.4944  0.4944  0.4944  0.5553
Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   1.7918    1.0801  1.659  0.0971 .
Konsumsi.Alkohol2 0.2485    1.1196  0.222  0.8244
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 86.409 on 118 degrees of freedom
 AIC: 90.409
 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Ventilasi

```
> univar8=glm(DM~Ventilasi, data=datax, family=binomial)
> summary(univar8)
Call:
glm(formula = DM ~ Ventilasi, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.0765  0.4961  0.4961  0.4961  0.5056
Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  2.03292    0.32064   6.340 2.3e-10 ***
Ventilasi2 -0.04049    0.69397  -0.058  0.953
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
 Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
 Residual deviance: 86.452 on 118 degrees of freedom
 AIC: 90.452
 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Variabel Kepemilikan WC

```
> univar9=glm(DM~Kepemilikan.WC, data=datax, family=binomial)
> summary(univar9)
Call:
glm(formula = DM ~ Kepemilikan.WC, family = binomial, data = datax)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.0808  0.4937  0.4937  0.5026  0.5026
Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   2.00533    0.40260   4.981 6.33e-07 ***
```

```

Kepemilikan.WC2 0.03774 0.56873 0.066 0.947
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
Null deviance: 86.455 on 119 degrees of freedom
Residual deviance: 86.451 on 118 degrees of freedom
AIC: 90.451
Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Uji Serentak (*Likelihood Ratio Test*)

```

> library(lmtest)
> lrtest(reglogd)
Likelihood ratio test
Model 1: DM ~ Umur+JK+Pendidikan.Terakhir+Status.Gizi+Penghasilan+ Kepadatan.Hunian.
Rumah + Kebiasaan.Merokok+Konsumsi.Alkohol+Ventilasi+Kepemilikan.WC
Model 2: DM ~ 1
#Df    LogLik   Df  Chisq  Pr(>Chisq)
1 15   -38.248
2  1   -43.228 -14  9.9598  0.7651

```

Odds Rasio dan *Confident Interval*

```

> exp(reglogd$coefficient)
(Intercept)                25,154
Umur2                      3,105
JK2                        0,372
Pendidikan.Terakhir2       1,736
Pendidikan.Terakhir3       1,002
Pendidikan.Terakhir4       1,417
Pendidikan.Terakhir5      3471162,1
Status.Gizi2                0,232
Status.Gizi3                0,402
Penghasilan2                0,579
Kepadatan.Hunian.Rumah2     0,657
Kebiasaan.Merokok2         1,757
Konsumsi.Alkohol2          0,788
Ventilasi2                  0,808
Kepemilikan.WC2            0,817

> exp(confint(reglogd))
(Intercept)                2,5%                97,5%
Umur2                      0,659                959,757
JK2                        0,648                14,872
Pendidikan.Terakhir2       0,107                1,294
Pendidikan.Terakhir3       0,119                25,389
Pendidikan.Terakhir4       0,057                17,645
Pendidikan.Terakhir5       0,079                25,306
Pendidikan.Terakhir5       0,000                NA
Status.Gizi2                0,042                1,281
Status.Gizi3                0,027                6,070
Penghasilan2                0,138                2,434
Kepadatan.Hunian.Rumah2     0,152                2,845
Kebiasaan.Merokok2         0,432                7,145
Konsumsi.Alkohol2          0,052                11,863
Ventilasi2                  0,156                4,170
Kepemilikan.WC2            0,173                3,862

```

LAMPIRAN 8. Surat Pernyataan

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan,

Nama : Nabila Ghaisahayunita Arsyi

NRP : 1313100096

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari,

Nama : Novilia Purwanti

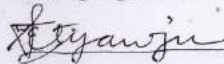
Judul Penelitian : Pemodelan Infeksi Tuberkulosis Paru Berdasarkan Tingkat Ketahanan Rumah Tangga di Wilayah Pesisir Pantai Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Biner Stratifikasi

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku

Surabaya, 15 Juni 2017

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir I



(Dra. Wiwick Setya W., M.S)

NIP. 19560424 198303 2 001

Pembimbing Tugas Akhir II



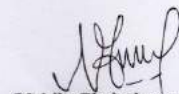
(Pratnya Paramitha O., M.Si)

NIP. 1300 2014 05 001

Menyetujui,



(Novilia Purwanti)



(Nabila Ghaisahayunita A.)

NRP. 1313100096

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Nabila Ghaisahayunita Arsyi atau biasa dipanggil Nabila merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Miswan Hadi dan Noviati Rahayu yang lahir di Surabaya, pada tanggal 23 Mei 1995. Pendidikan formal telah ditempuh di SD Negeri Margorejo 1/403 Surabaya (2001-2007), SMP Negeri 12 Surabaya (2007-2010), dan SMA Negeri 17 Surabaya (2010-2013). Kemudian di tahun 2013 penulis melanjutkan studi

S1 di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang diterima melalui jalur tes tulis SBMPTN. Pada masa kuliah penulis bergabung dengan organisasi mahasiswa tingkat jurusan, yaitu Divisi PERS HIMASTA-ITS sebagai *staff* pada periode 2014/2015, dan pada kepengurusan periode 2015/2016 sebagai bendahara. Selain itu penulis juga berpartisipasi sebagai panitia acara tahunan dari himpunan mahasiswa Statistika ITS, yaitu Pekan Raya Statistika (PRS) pada tahun 2015. Apabila terdapat kritik dan saran yang bersifat membangun, atau diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat disampaikan melalui *email*: nabilaghaisa.arsyi@gmail.com.